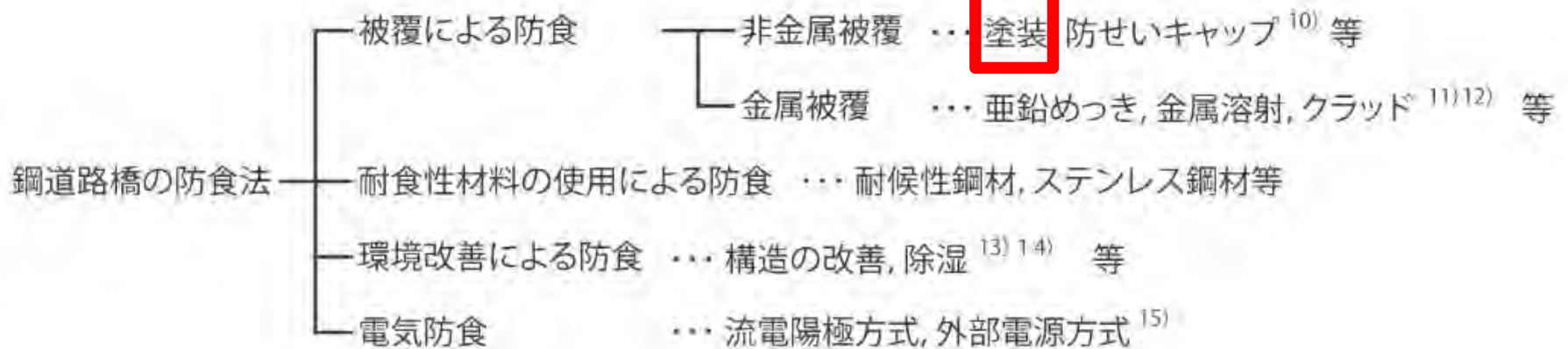

④腐食要因の除去と腐食対策

■講義の目的

「鋼道路橋防食便覧 平成26年3月 日本道路協会」に示す防食法の内、一般的な『塗装』に特化し、塗替えの判断、塗替え計画・施工時の留意事項等について研修

- 1) 塗膜の点検・評価手法（塗替えの判断）
- 2) 塗替え計画・施工時の留意事項



 本研修における対象

出典：鋼道路橋防食便覧 平成26年3月 （公社）日本道路協会

■講義の構成

□鋼材の腐食と防食

- 「防食」の定義と防食法
- 腐食の原理、種類等の基本事項
- 塗膜に生じる変状の種類

□塗替え塗装計画

- 塗膜の点検・評価手法（塗替えの判断）
- 塗替え時期、塗装仕様
- 塗替え塗装計画時の留意事項

□塗替え塗装の施工

- 施工時の留意事項
- 再劣化事例

□まとめ

□ 鋼材の腐食と防食

- 「防食」の定義と防食法
- 腐食の原理、種類等の基本事項
- 塗膜に生じる変状の種類

「防食」の定義と防食法

■ 防食とは : 腐食を防止すること

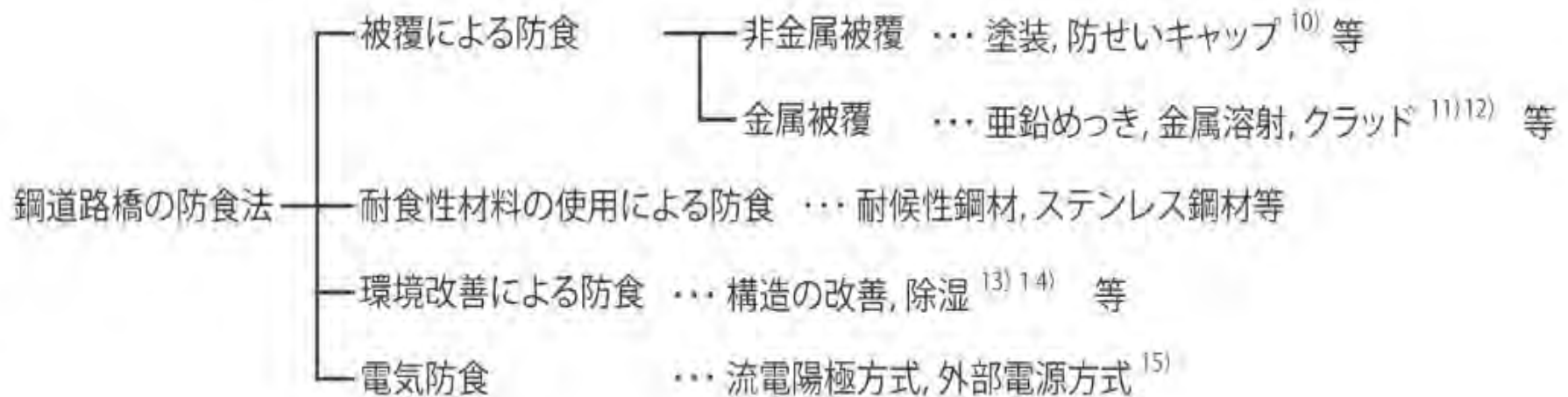


図-I.3.1 鋼道路橋の防食法

塗装とは

- ・ 鋼材表面に形成した塗膜が酸素と水や、塩類等を遮断（環境遮断）し鋼材を保護する防食法
- ・ 色彩選択の自由度が高く周辺環境との調和を図りやすい
- ・ 使用目的や環境条件等に応じて異なる塗料を複数層組み合わせる（塗装系）
- ・ 温度や湿度等の施工環境条件の制限がある
- ・ 十分な品質管理が重要
- ・ 適切な時期に補修塗り等の適切な対策を施すことで防食機能の維持・回復が可能

道路橋示方書(H29)における位置づけ

- ・ 塗装は、耐久性能確保の方法の一つで、方法2に位置づけ
- ・ 耐荷性能（安全性）確保の前提条件であり、適切な維持管理を考慮する

橋の耐久性能は、橋の耐荷性能の前提条件

(耐荷性能として担保される)
構造物の安全性

(耐荷性能の前提としての)
耐久性能

□耐久性能確保の方法

	戦略の選択肢	考えられる例
方法1	着目部材そのものについて 時間的信頼性を具体的に設計で考 慮	応力による疲労照査 塩害かぶり
方法2	着目部材を、それ以外で保護 保護策の補修・更新も考慮	塗装
方法3	着目部材を、(実質)劣化の心配のな いものとする	十分な高耐食材料

(例) 鋼部材そのものは、耐荷性能上、必要な断面のみで設計
塗装により腐食現象を防止

- ・ 腐食には、水と酸素の存在が不可欠
- ・ 腐食を防止する基本的対策
⇒ 水又は酸素の供給を絶つこと

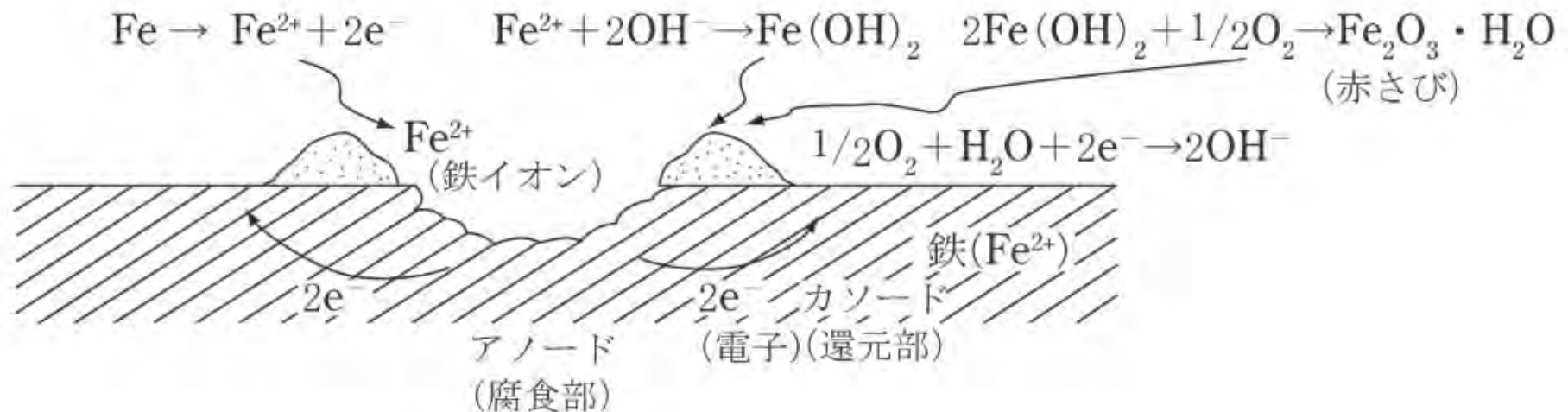
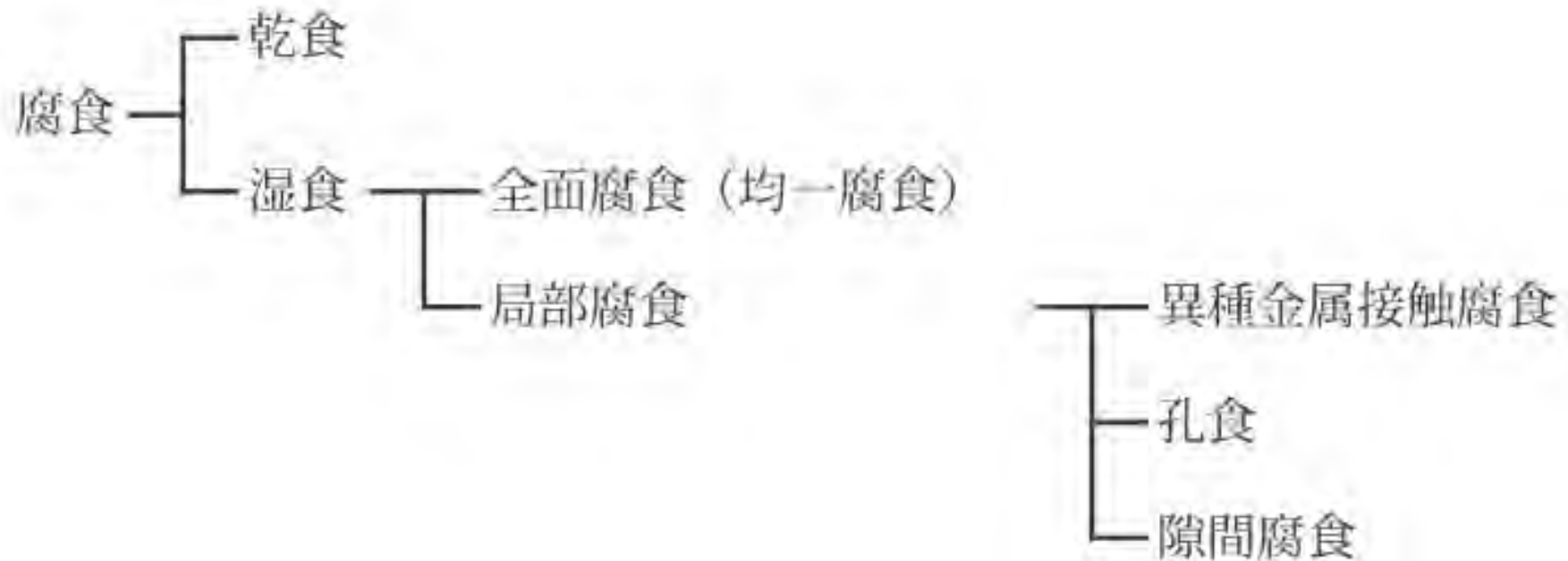


図- I . 2. 1 鉄の腐食反応

腐食の分類と形態

- ・ 鋼道路橋における腐食は主に湿食に分類される

(1) 腐食の分類



図－ I . 2. 2 腐食の分類

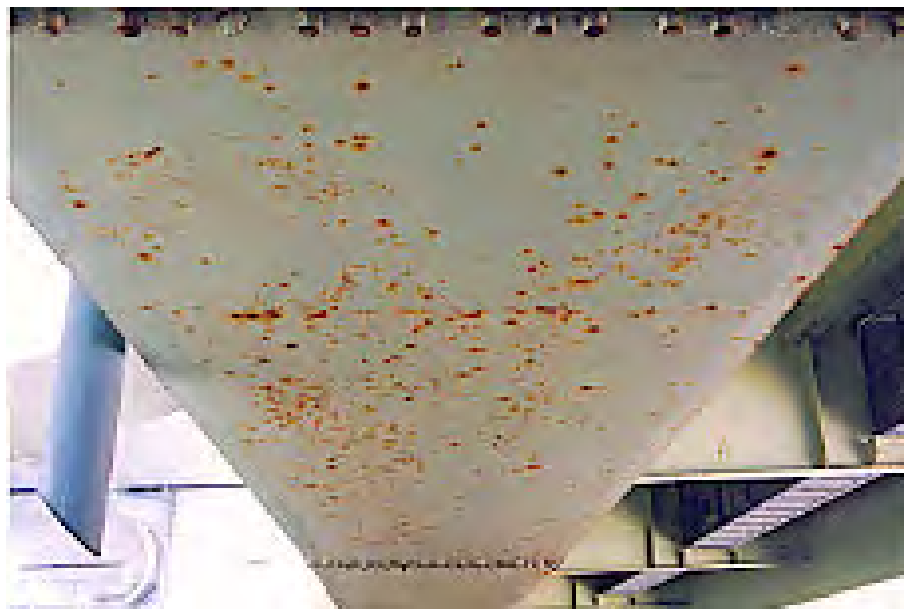
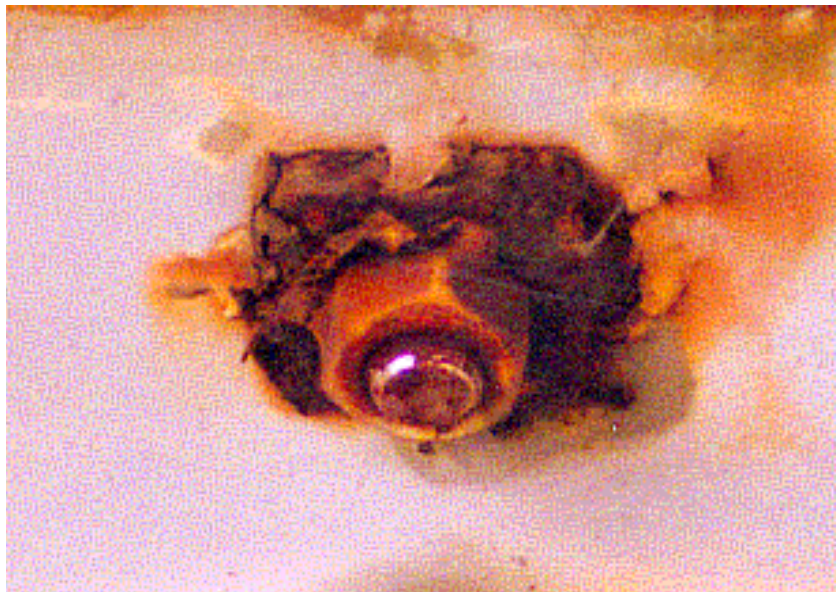


写真-I.2.1
下フランジ下面の点さび



写真-I.2.2
エッジ部の腐食

異種金属接触腐食



(塗装橋でステンレスボルトを用いた例)



(亜鉛めっきされた鋼製金具にステンレスボルトを用いた例)

写真- I . 2. 3 異種金属接触腐食

異種金属接触腐食



写真- I . 2 . 4

絶縁ワッシャーによる異種金属接触対策の例

出典：鋼道路橋防食便覧 平成26年3月 （公社）日本道路協会

局部腐食(その3)

孔食



写真-I.2.5 孔食

隙間腐食

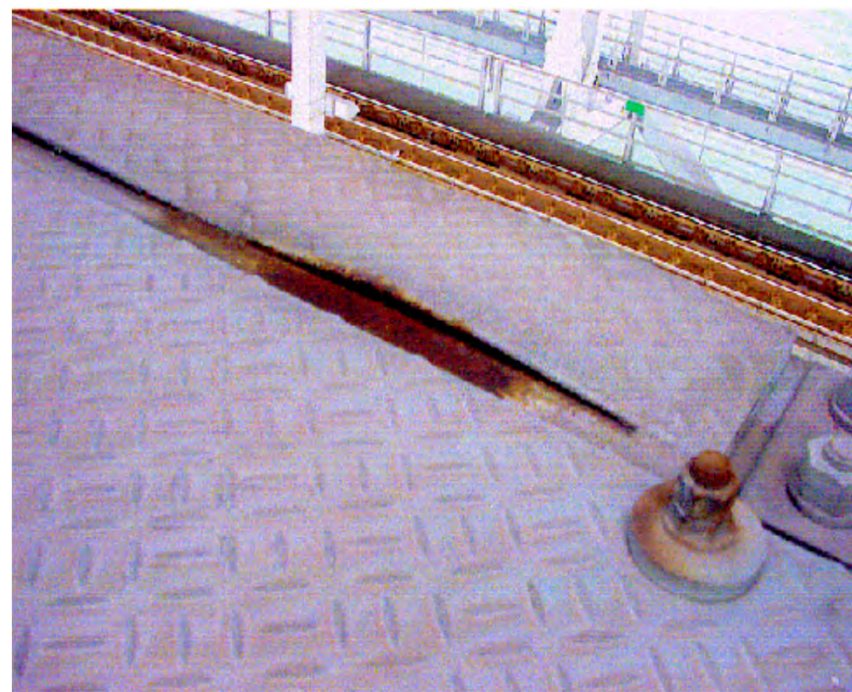
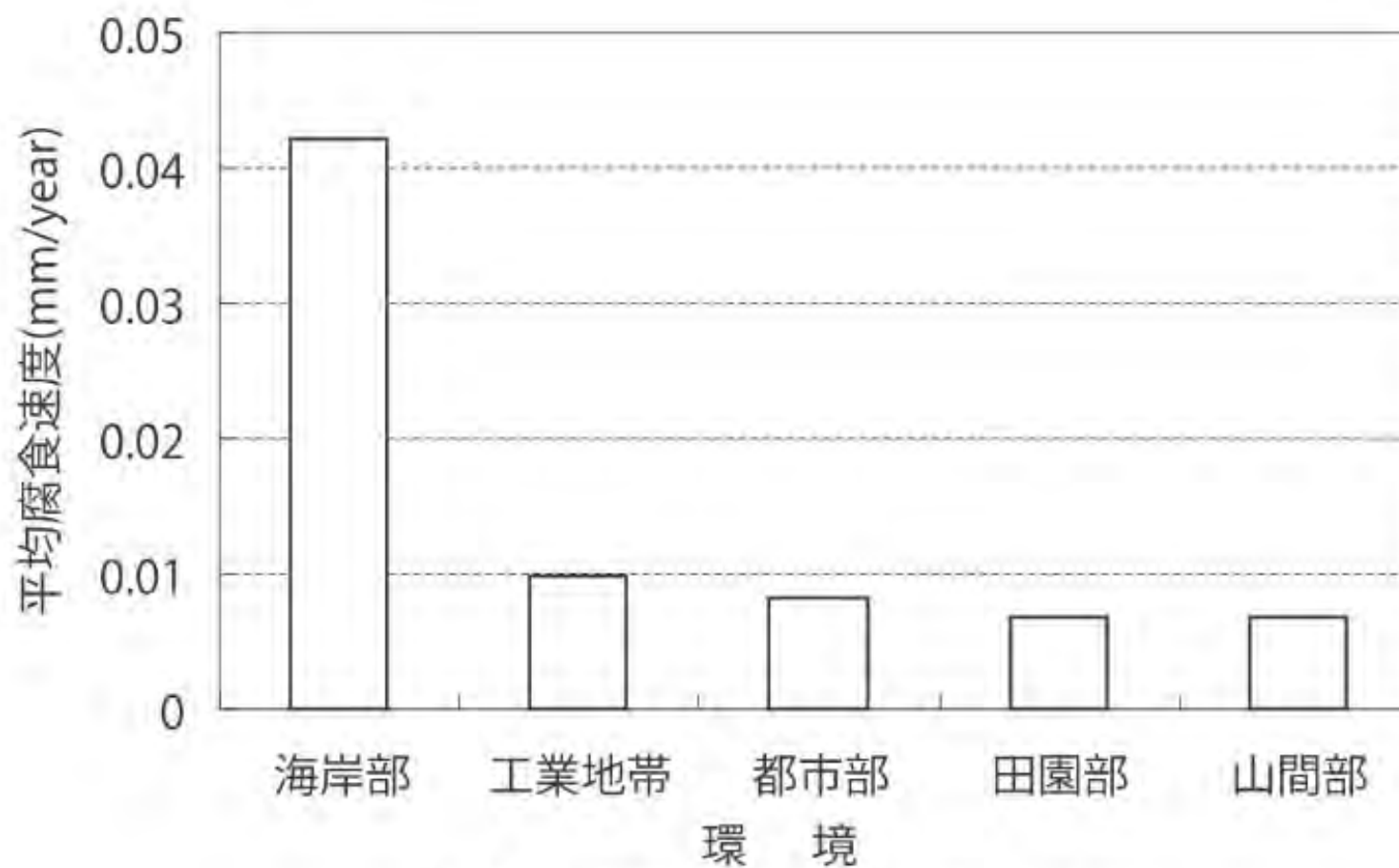


写真-I.2.6
検査路床の隙間腐食



普通鋼の環境別腐食速度(暴露9年)

図-I.2.5 環境ごとの鋼材腐食量

腐食の因子と要因

腐食因子	水、酸素	
腐食促進因子	日照、気温、塩分 自動車の排気ガス、工場からの排出物、火山性ガス・・・局部的酸性雨・・・近年影響が懸念	
地理的・地形的要因	塩	風向、風速、風道、遮蔽物、離岸距離 凍結防止剤の散布
	水	閉塞的な空間（都市部では建築物、山間田園部では樹木等に囲まれ湿気が滞留）
	その他（局地的な要因）	重交通路線（建築物等に囲まれ腐食を促進する物質が滞留） 工業地帯 火山地帯 飛砂
構造的要因	塩	降雨による洗浄作用 凍結防止剤散布路線の並列橋 凍結防止剤を含んだ漏水（桁端部、伸縮装置、排水装置、床版ひび割れ部等）
	水	漏水（伸縮装置、排水装置、床版ひび割れ部等） 滞水（排水勾配、水抜き孔、スカラップ等） 桁端部等の閉 145 周り、トラスやアーチの格点部等） 桁下空間が少ない

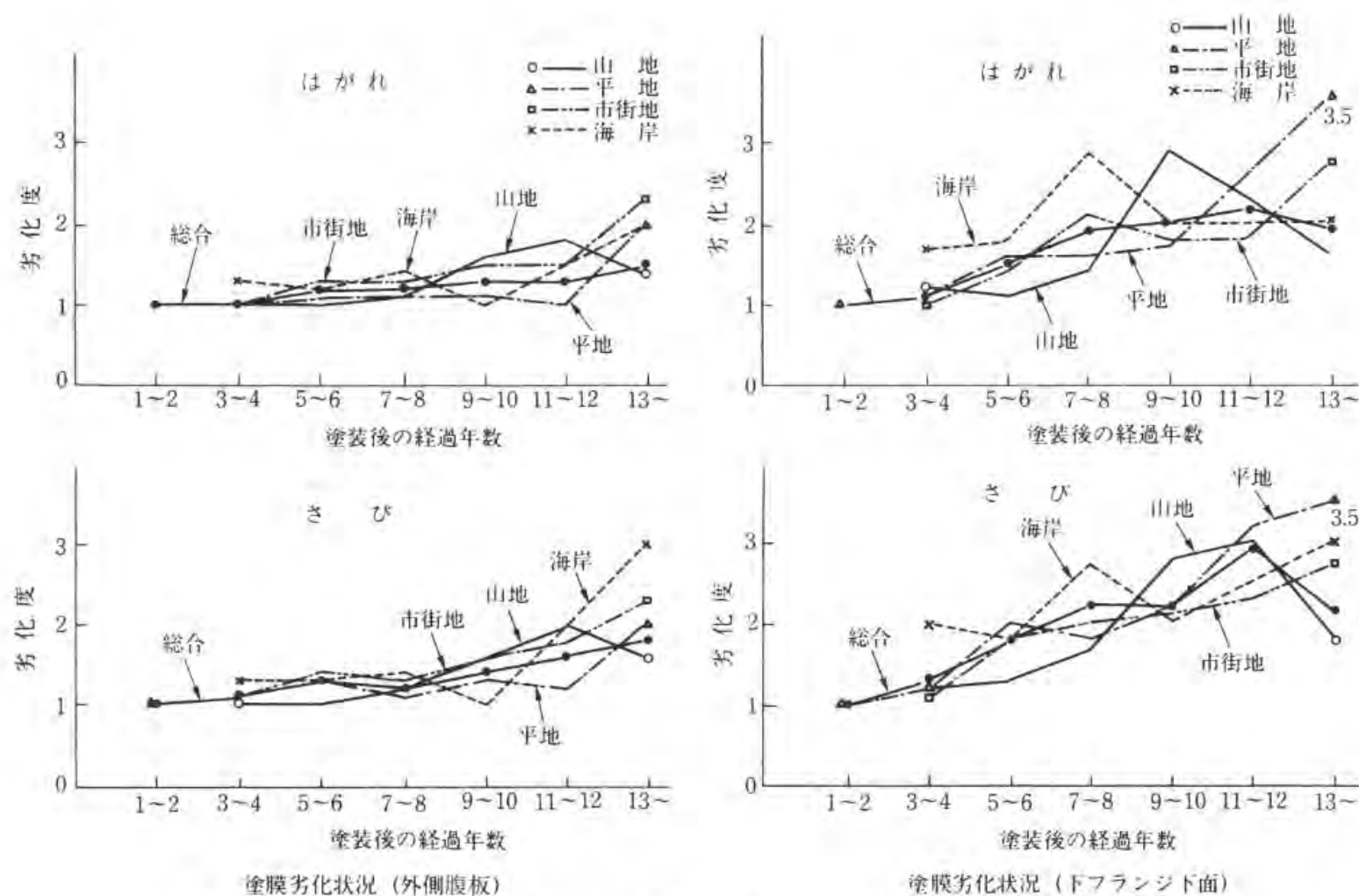
表一 I . 2. 2 腐食の因子と要因



(土研資料第 2687 号飛来塩分量全国調査 (Ⅲ))
(1984 年 (昭和 59 年) 12 月～1987 (昭和 62 年) 11 月,
1～3 年間の調査結果を含む)⁸⁾

図-I.2.6 飛来塩分量測定結果

出典：鋼道路橋防食便覧 平成26年3月 (公社) 日本道路協会



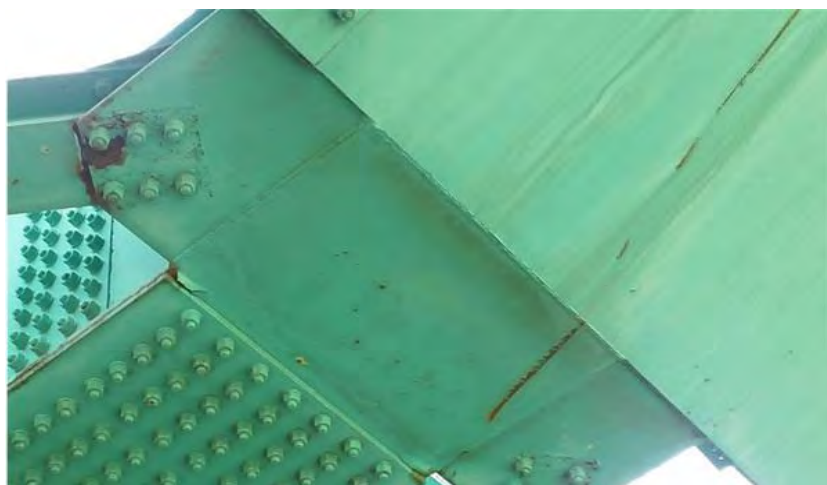
(建設省直轄道路橋254橋についての調査結果) 鋼橋塗装VoL.9, No4: 鋼道路橋塗装実態調査報告

図-I.2.7 部位による塗膜劣化の差異 (一般塗装系)

出典: 鋼道路橋防食便覧 平成26年3月 (公社) 日本道路協会

その他の腐食

- (1) アルミニウム合金の腐食
- (2) 迷走電流による腐食
- (3) 当て傷による腐食



(a) トラス下横構格点部



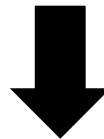
(b) 主鋼トラス斜材

写真-I.2.7 当て傷による腐食

塗膜劣化

・ 経時的な劣化現象は避けられず、定期的な塗替えは必ず必要
⇒適切な計画、施工、原因除去により長期耐久性の実現は可能

- 塗膜は、日射、降雨、飛来塩分や排ガス等の作用により徐々に劣化。
- 塗膜劣化は、塗装系や橋の架橋環境により形態や進行程度は異なる。



- ・ 環境条件に応じた適切な塗装系の採用
- ・ 十分な管理下での適切な施工
- ・ 塗膜劣化を促進する因子の排除（水の浸入、塩分供給等）

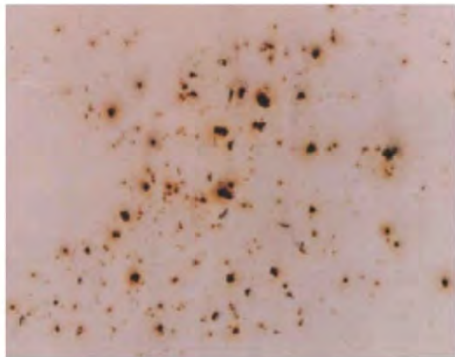
長期の耐久性の実現

一般塗装系 塗膜劣化(その1)

塗装後比較的短期間に発生する塗膜劣化

・ さび

塗膜劣化の中で**最も重要な評価指標**
膨れを伴わないさびと膨れが破れて
発生する膨れさびが存在
さび分布も全面的、部分的に密集、
糸状に密集している場合がある。

さび	現象と原因
	[現象] ・鋼材が腐食し、塗膜下、塗膜表面に腐食生成物が現れる。 [原因] ・不適切な塗装系の選定 供用環境、期待耐用期間に対する塗装系の選定の誤り。 ・塗装管理不足 規定膜厚不足 素地調整不足

・ はがれ

塗膜と鋼材面又は塗膜と塗膜間の付着力低下により塗膜が欠損している状態。
結露の生じやすい下フランジ下面などに多く見られ、**塩分の付着が原因**となることもある。

はがれ	現象と原因
	[現象] ・鋼板と塗膜の間、塗膜と塗膜の層間で塗膜がまくり上がり剥離する。 [原因] ・不適切な塗装系の選定 ジンクリッチプライマー～油性錆止め塗料～フタル酸樹脂系塗料 or ジンクリッチプライマー～塩化ゴム系塗料 ・塗装管理不足 塗装間隔のオーバー 付着塩分量のオーバー

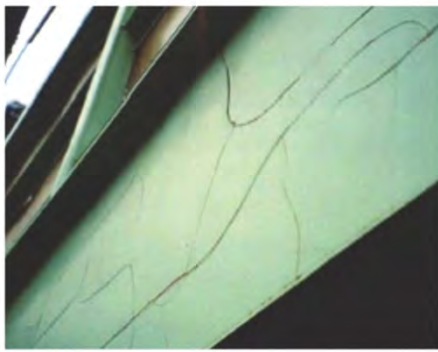
一般塗装系 塗膜劣化(その2)

・ 割れ

塗膜の割れ(チェック、クラッキング)は、塗膜内部のひずみによって生じる

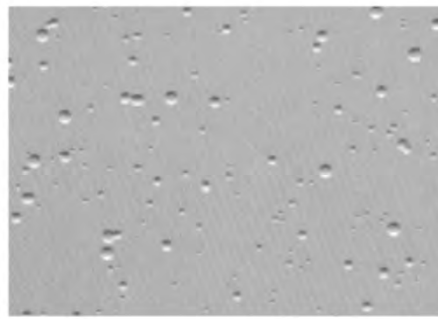
チェックは塗膜の表層に生じる比較的軽度の割れで、近接目視にて確認できる程度。

クラッキングは塗膜の内部深く又は鋼材面まで達する割れで、目視での確認が容易。

割れ	現象と原因
	[現象] ・ 供用に伴う塗膜の内部応力、ひずみの増加によって塗膜が亀裂する。 [原因] ・ 塗替え塗装系の選定の誤り 旧塗膜 B、b 塗装系への c 塗装系の場合に生じることがある。

・ 膨れ

塗膜の層間や鋼材面と塗膜の間に発生する気体又は液体による圧力が塗膜の付着力や凝集力より大きくなった場合に発生し、**膜内への浸水**又は**高湿度**条件で起きやすい。

膨れ	現象と原因
	[現象] ・ 水の浸透圧や腐食反応によって、塗膜が膨れ上がる。 [原因] ・ 不適切な塗装系の選定 高湿度の供用環境に A、a 塗装系が適用された場合。 ・ 塗装管理不足 塗付面に油脂や水分、異物が付着している場合。 降雨で塗装した場合。

重防食塗装系 塗膜劣化(その1)

○ 主に重防食塗装系に発生する塗膜劣化

■ 光沢低下

塗膜の劣化にともなって光沢は次第に減少。

白亜化による光沢の低下が最も一般的だが、塗膜表面の凹凸、しわ、亀裂、汚れなどによっても光沢は低下する。

■ 白亜化

塗膜の表面が粉化して次第に消耗していく現象。

光沢低下	現象と原因
	[現象] ・塗膜表面が劣化し、塗膜表面の光の反射率が低下すること。(つやがなくなること。) [原因] ・不適切な塗装系の選定 供用環境、期待耐用期間に対する塗装系、上塗塗料の選定の誤り。 環境の厳しい地域への A、a 塗装系の適用。

白亜化 (チョーキング)	現象と原因
	[現象] ・塗膜が劣化し、塗膜表面が粉化すること。 [原因] ・不適切な塗装系の選定 供用環境、期待耐用期間に対する塗装系、上塗塗料の選定の誤り。 環境の厳しい地域への A、a 塗装系の適用。

重防食塗装系 塗膜劣化(その2)

・ 変退色

塗膜中の着色顔料が紫外線などによる変質等により塗膜の色調が変化することを変色という。

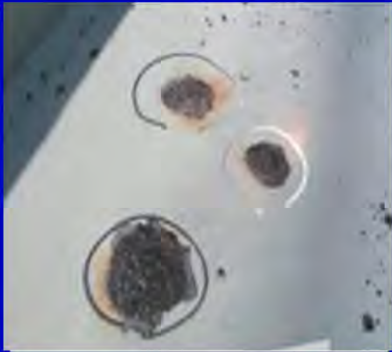
退色とは、紫外線などにより白亜化を起こしたり、塗膜中の顔料の性能低下により塗膜の色が薄れる現象。

・ 塗膜の消耗

塗膜の白亜化の進行によって塗膜がなくなる現象で、重防食塗装系の標準的な塗膜劣化形態。

・ 孔食型腐食

腐食が金属表面の局部だけに集中して起こり、内部に向かって進行速度が大きい劣化現象。

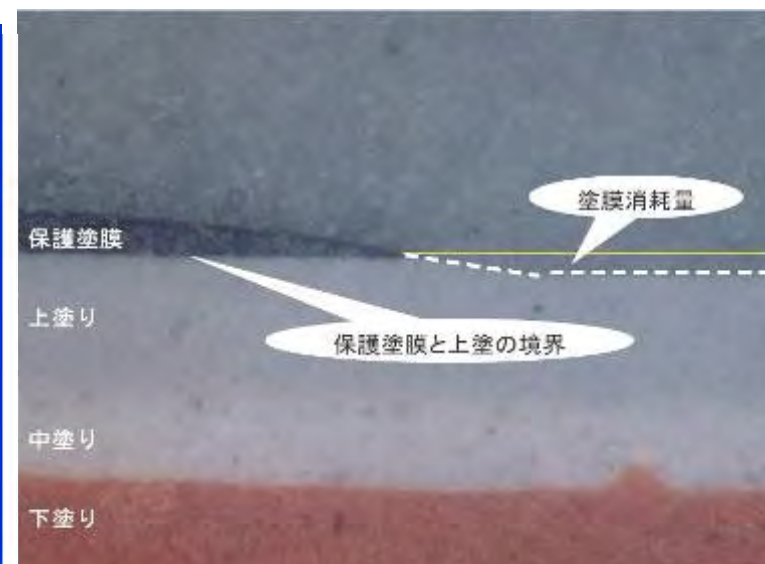
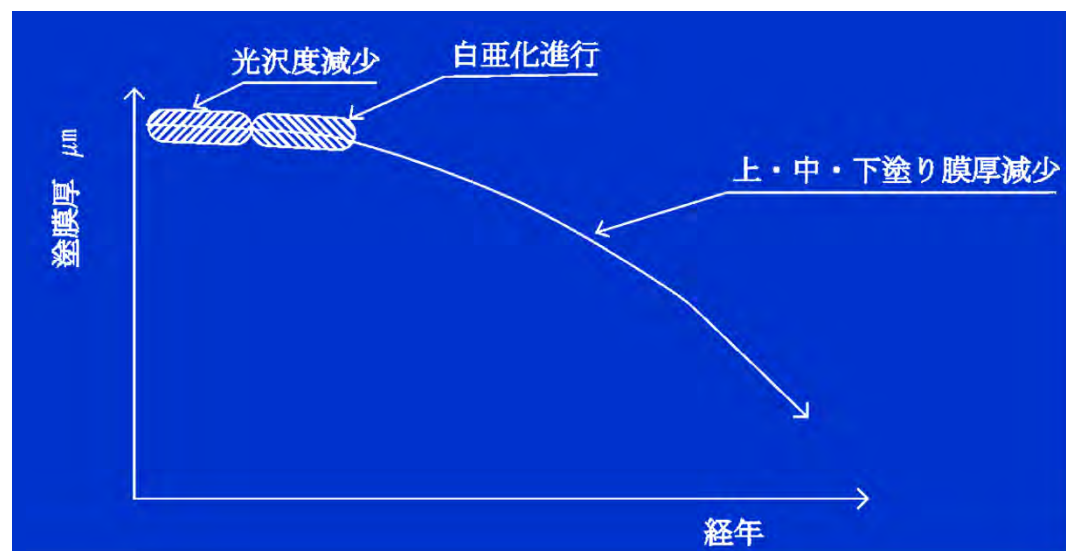
変退色	現象と原因
	[現象] ・ 併用によって塗膜の色が変わること。(塗色によって大きく異なる)。 [原因] ・ 不適切な顔料・塗装系の選定 ・ 併用環境。期待耐用期間に対する塗装系、色相・上塗塗料の選定の誤り。
塗膜の消耗	現象と原因
	[現象] ・ 経時で塗膜が消耗する現象。重防食塗装系の標準的な塗膜の劣化形態。 ・ 写真は上塗り塗膜・中塗り塗膜が消耗して一部下塗り塗膜が露出している。 [原因] ・ 紫外線による樹脂の分解。 ・ 水分による樹脂の加水分解。 ・ 塗料中の酸化チタン(白々顔料)の光触媒作用による樹脂の分解。
孔食型腐食	現象と原因
	[現象] ・ 局部的にさびが進行する現象。孔状の腐食形態を示す。 ・ 孔食が生じた部分以外の塗膜は、健全な状態を保っている。 ・ 特に、腐食環境の厳しい箇所で、重防食塗装系の塗膜に見られることがある。 [原因] ・ 当て傷や工具の落下等による、塗膜の物理的欠陥が起点となる。 ・ 重防食塗装系では、防食下地の効果により鋼材表面の腐食が容易に横方向へ広がらず、深さ方向へ孔状に侵食していくものと考えられる。

重防食塗装系 塗膜劣化事例

主に重防食塗装系に発生する塗膜劣化

図－Ⅱ.6.1 重防食塗装系の
塗膜劣化モデルの例

写真－Ⅱ.6.5 塗膜厚消耗状況



出典：鋼道路橋防食便覧 平成26年3月 （公社）日本道路協会

□ 塗替え塗装計画

- 塗膜の点検・評価手法（塗替えの判断）
- 塗替え時期、塗装仕様
- 塗替え塗装計画時の留意事項

塗膜点検

- ・ 定期点検

橋の定期点検に併せて、できるだけ全ての部位に近接して実施

- ① 外観調査：さび、はがれ、割れ、膨れ、変退色、汚れ等
- ② 塗装に影響を及ぼす可能性のある要因（漏水、滞水等）の有無や状況

- ・ 詳細点検

塗膜の早期劣化や特異な変状が現れた場合にその原因を究明するために実施

検査路、橋梁点検車、簡易な足場等を用いて近接

- ① 外観調査：さび、はがれ、割れ、膨れ、変退色、汚れ等
- ② 塗膜劣化を促進する要因調査
- ③ 機器を用いた調査：付着力、光沢、チョーキング、付着塩分量等

表一Ⅱ.6.1 塗膜劣化が生じやすい箇所とその原因

塗膜劣化が生じやすい箇所	考えられる原因
部材の鋭角部 フランジ下面	塗膜厚不足
ボルト継手部 添接部	素地調整が不十分 塗膜厚が不均一
溶接部	アルカリ性スラグやスパッタの付着
伸縮装置周辺部, 支承 桁の架け違い部 床版の陰の部分 箱桁の内部	雨水やほこりがたまりやすい 湿気がこもりやすい

塗膜評価(一般塗装系)

- 一般塗装系では、防せい性能に影響の大きい、さび・はがれの程度により劣化程度を評価

評価方法

(1) 一般塗装系

- さび, はがれ
標準写真、標準図との対比等によって4段階に評価する方法がある
- 変退色, 汚れ :
景観が重視される橋では重要な点検項目
- 割れ, 膨れ
橋に近寄って発生状況を記録し塗替え時期判定の参考

塗膜劣化程度の標準写真(一般塗装系)

付Ⅱ－7. 一般塗装系の塗膜劣化程度の標準写真

- 1) 鋼道路橋塗装の定期点検時に行うさびとはがれの程度の評価に適用する。
- 2) さびとはがれの評価は、橋に可能なかぎり近づき、部位別に標準写真と対比して行う。
- 3) さびは、フランジ下面、腹板、添接部及び支承などの部位別に、それぞれ4段階に分類した標準写真と対比して評価する。
- 4) はがれは、4段階に分類した標準写真と対比して評価する。
- 5) 塗膜の劣化程度の4段階評価は次のように行う。

評価1：健全

評価2：ほぼ健全

評価3：劣化している

評価4：劣化が著しい

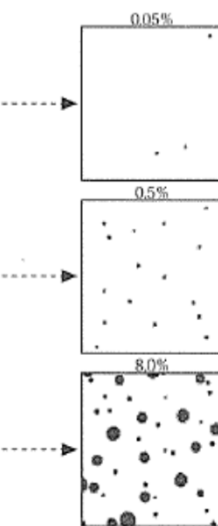
- 6) 塗替え時期の判定は、部位別のさびとはがれの評価結果から橋全体の塗膜劣化程度を評価して行う。

さび・はがれの標準図(一般塗装系)

さび、はがれの評価

表Ⅱ.6.2 さびの評価

評価	発生状態		JIS K 5600-8-3 さびの等級 (さびの面積%)
	発生面積 (%)	外観状態	
1	$X < 0.05$	さびが認められず、塗膜は健全な状態	Ri1 (0.05%)
2	$0.05 \leq X < 0.5$	さびが僅かに認められるが、塗膜は防食機能を維持している状態	Ri2 (0.5%)
3	$0.5 \leq X < 8.0$	さびが顕在化し、塗膜は一部防食機能が損なわれている状態	Ri3, Ri4 (1.0%, 8.0%)
4	$8.0 \leq X$	さびが進行し、塗膜は防食機能が失われている状態	Ri4 以上 (8.0%以上)

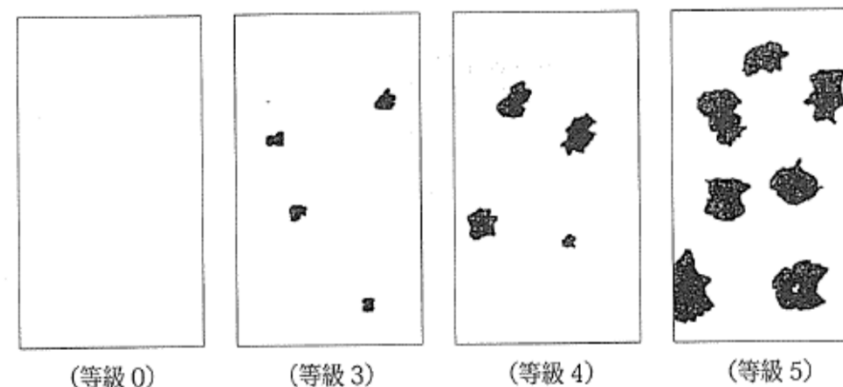


図Ⅱ.6.3 さび発生限度標準図³⁵⁾

さびの評価

表Ⅱ.6.3 はがれの評価

評価	JIS K 5600-8-5 : 1999 はがれの量の等級	はがれの面積 (%)
1	0	0
2	3	1
3	4	3
4	5	15



() 内は JIS K 5600-8-5 : 1999 はがれの等級を示す。

図Ⅱ.6.4 はがれの標準図

はがれの評価

標準写真事例(一般塗装系) さび

一般塗装系の塗膜劣化程度の標準写真 付写－Ⅱ. 7. 2

さび : I桁腹板



評価 1



評価 3 (同 約4%)

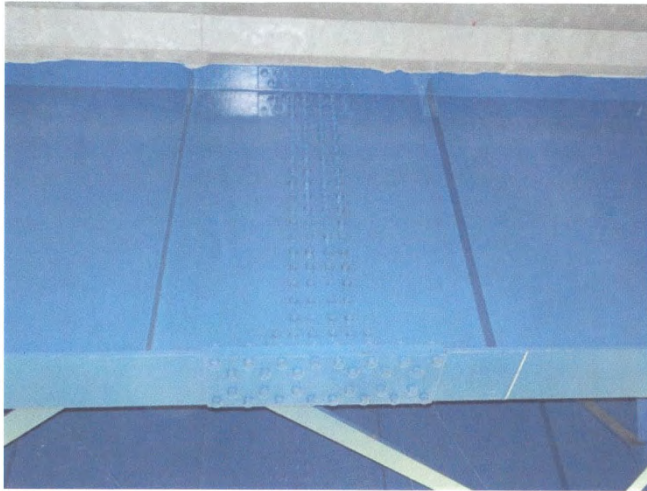


評価 2 (ここでの発生割合約0.1%)



評価 4 (同 約52%)

一般塗装系の塗膜劣化程度の標準写真 付写－Ⅱ.7.3 さび : I桁添接部



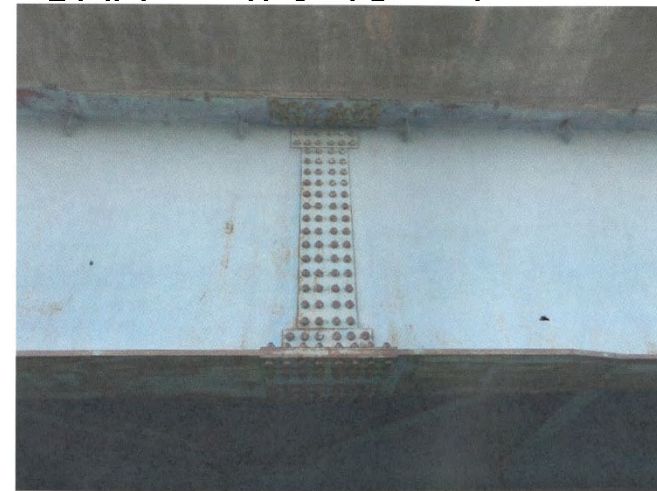
評価 1



評価 3 (同 約7%)

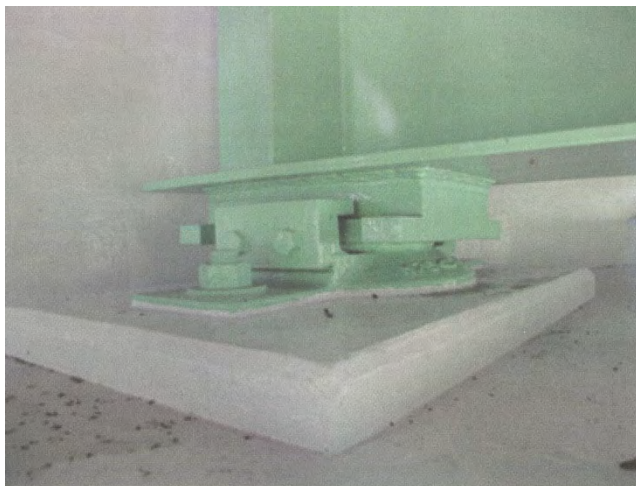


評価 2 (ここでの発生割合約0.4%)



評価 4 (同 約29%)

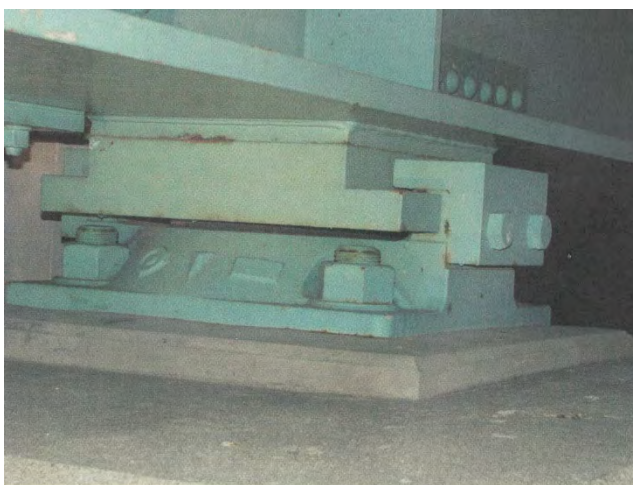
一般塗装系の塗膜劣化程度の標準写真 付写－Ⅱ.7.4 さび : I桁支承



評価 1



評価 3 (同 約3%)



評価 2 (ここでの発生割合約0.4%)



評価 4 (同 約35%)

標準写真事例(一般塗装系) はがれ

一般塗装系の塗膜劣化程度の標準写真 付写ーⅡ.7.5
はがれ：I桁下フランジ下面



評価 1



評価 3 (同 約7%)



評価 2 (ここでの発生割合約2%)



評価 4 (同 約65%)

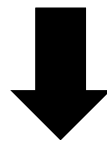
塗膜評価(重防食塗装系)

- ・ 重防食塗装系は、防食性能が高く機能を損なわれた事例が少なく、変状による状態の的確な把握が困難
- ⇒塗膜特性を考慮し、防食下地の健全性、上塗り塗膜の状態により評価

評価方法

(2) 重防食塗装系

- ・ 防食下地のジンクリッチペイントの健全性の把握
- ・ 上塗り塗膜の状態の把握が重要



- ・ 塗膜採取による亜鉛末の状態(活性度)の観察など
- ・ 下塗り塗膜を保護する効果に着目した上塗り塗膜の消耗(中塗り塗膜の露出)の評価

表一Ⅱ.6.6 塗膜定期点検票の例

橋梁名				路線名				工事事務所				出張所				調査日				
所在地								架設環境	海岸部	都市部	田園部	山間部	調査日							
橋梁形式	I桁 箱桁 トラス その他 ()							環境条件	一般環境 やや厳しい腐食環境 厳しい腐食環境 景観を考慮する					調査日						
架設年	年		塗装経過年数	年		前回調査結果														
塗装系	外面 (), 鋼床版裏面 (), 現場継手部 (), その他																			
総合評価	さび (), はがれ (), 変退色 (), 汚れ () : 当面塗替えの必要はない, 数年後に塗替えを計画する, 早い時期の塗替えを検討する, 部分塗替えを検討する																			
部位 項目		腹板	下フランジ 下面	対傾構	継手部	桁端部	支承	鋼床版裏 面	水平材	垂直材	合計	平均	備考							
第一 径間	さび																			
	はがれ																			
	変退色																			
	汚れ																			
第二 径間	さび																			
	はがれ																			
	変退色																			
	汚れ																			

塗替え時期

・ さび・はがれの評価により、塗替えの必要性を判定
塗替え時期は、判定に加え、環境条件等も総合的に考慮し決定

・ 定期点検や詳細点検などの結果に基づいて、防食機能が合理的に維持されるよう決定する。

さびとはがれの4段階評価に基づいて、**塗替えの必要性を3段階に判定**

表－Ⅱ． 7. 1 塗替え時期の判定

		はがれの程度			
		1	2	3	4
さびの程度	1	①		②	
	2				
	3	②		③	
	4				

- ① 当面塗替える必要はない
- ② 数年後に塗替えを計画する
- ③ 早い時期に塗替えを検討する

塗替え方式

① 全面塗替え

- 部分的には著しい塗膜劣化を許容
- 全面を一度に塗り替える
- 塗替えによる色むらが生じない

② 部分塗替え

- 著しい塗膜劣化を生じさせない
- 塗膜が劣化した部位を部分的に塗り替える
- 塗替えにより色むらが生じる

③ 局部補修

- 防食下地にジンクリッチペイントを使用した塗装系に適用
- ボルト頭や部材角部等の点さびの補修

塗替え塗装仕様

- 塗り替え塗装仕様は従来よりも耐久性に優れる重防食塗装系を基本

- 重防食塗装系塗膜の維持管理の基本

狭あい部や部材角部などで部分的に劣化が進行している箇所については適宜補修を行いつつ、全体としては上塗り、中塗りの消耗を目安にして、防食下地が健全な段階で早期に塗替えを行う

旧塗膜と塗替え塗装系の組合せ

表一Ⅱ.7.9 旧塗膜と塗替え塗装系の組合せ

塗替え 塗装系	旧塗膜 塗装系*	素地調整	特徴
Rc- I	A, B a, b, c	1 種	ブラスト工法により旧塗膜を除去し，スプレー塗装する。
Rc-Ⅲ	A, B, C a, b, c	3 種	工事上の制約によってブラストできない場合に適用する。耐久性は Rc- I 塗装系に比べて著しく劣る。
Rc-Ⅳ	C c	4 種	C 塗装系の塗替えで下塗には劣化がおよんでない場合に適用する。
Rc-Ⅱ	B b,c	2 種	工事上の制約によってブラストできなく，かつ，ジ ンクリッチプライマーを用いた B 塗装系の旧塗膜， 又は C 塗装系の局部補修に適用する。
Ra-Ⅲ	A a	3 種	A 塗装系の塗替えで十分塗膜寿命を有していて，適 切な維持管理体制がある場合や橋の残存寿命が 20 年程度の場合に適用する。
Rd-Ⅲ	D d	3 種	暗く換気が十分に確保されにくい環境の内面塗装に 適用する。

*：旧塗膜の塗装仕様について塗装・防食便覧資料集付Ⅱ－2.を参考にするのがよい。

RC－Ⅰ 塗装系仕様

表－Ⅱ. 7. 2 Rc-Ⅰ 塗装系（スプレー *1）

塗装工程	塗料名	使用量 (g/m ²)	塗装間隔
素地調整	1 種 *3		4 時間以内
防食下地	有機ジンクリッチペイント	600	1 日～10日 *2
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	240	
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	240	
中塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗	170	
上塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗	140	

- * 1. 原則はスプレー塗装とするが、発注者との協議の上で、はけ、ローラーに変更もできる。
- * 2. 現場の施工条件に応じて塗装間隔を別途取り決める場合もある。
- * 3. ブラスト処理による除せい度はISO Sa 2 1/2とする。

RC－Ⅲ塗装系仕様

表－Ⅱ.7.3 Rc-Ⅲ塗装系（はけ，ローラー）

塗装工程	塗料名	使用量 (g/m ²)	塗装間隔
素地調整	3 種		4 時間以内
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗 (鋼板露出部のみ)	(200)	
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	200	1 日～10 日
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	200	1 日～10 日
中塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗	140	1 日～10 日
上塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗	120	2 日～10 日

出典：鋼道路橋防食便覧 平成26年3月 （公社）日本道路協会

部分塗装(その1)

- ・ 腐食の著しい部材又は部位のみを対象に部分塗替えを実施
⇒橋全体の健全性の保持、橋の長寿命化に寄与

- ・ 塗膜は一様に劣化せず、限られた範囲で劣化進行
水回りが集中する桁端部など狭隘な空間に集中
- ・ 桁端部等は水、塩の影響に腐食が著しく進行する懸念
腐食進行により断面減少が大きくなると
補修コストの増大、交通規制による社会的影響也大
- ・ 部分的な劣化時の全面塗替えは維持管理コスト、環境
負荷の増大



部分塗替え

桁端部等以外の塗膜が比較的健全な場合
合理的で有効な手法

○部分塗替え計画時の留意点

- ・ 部分塗替え塗装の有効性を十分に検討
- ・ 損傷原因を的確に把握し、原因排除の検討が必要



桁端部の腐食と部分塗装事例

部分塗装(その2)

(1) 塗装仕様

- ・ 重防食塗装系 (Rc-I) を基本

(2) 素地調整程度

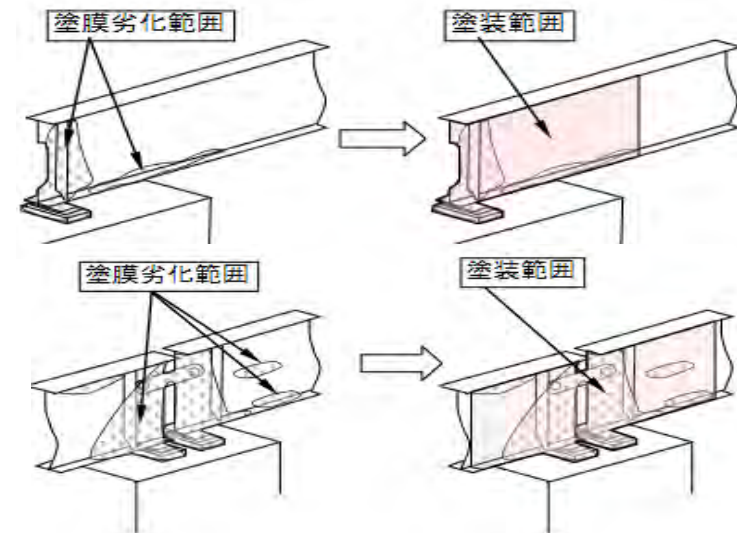
- ・ 素地調整程度 1 種を基本

(3) 部分塗装の範囲

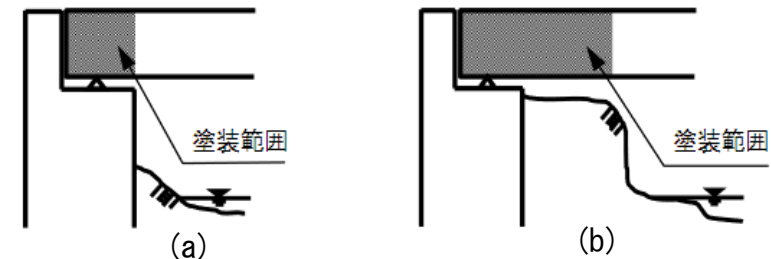
- ・ 塗装の範囲は将来の維持管理を考慮し決定
- ・ 桁端部は、橋座面上を塗装の最小範囲(a)
- ・ 地形特徴により風通しが悪いなど良好な環境が望めない場合、塗替え対象に含む(b)

(4) 新塗膜と旧塗膜の境界部処理

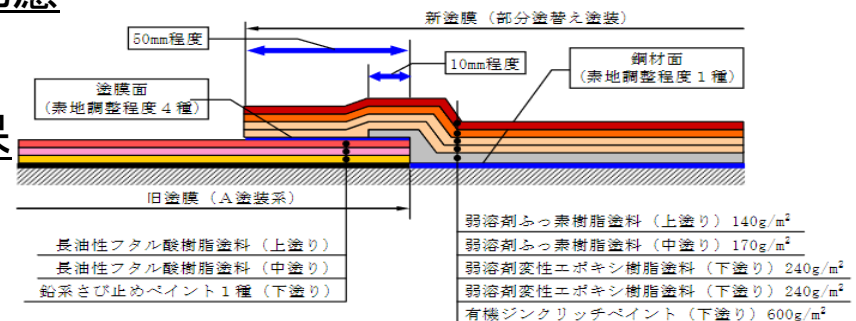
- ・ 新旧塗膜の塗り重ね部は、塗膜の付着性に配慮
- ・ 新旧塗膜の重ね幅は50mm確保
- ・ ジンクリッチ[®]ペイントと旧塗膜の重ねは10mm確保
- ・ 塗り重ね部の旧塗膜の素地調整は4種程度



劣化部位に応じた塗装範囲の決定例



部分塗替え塗装の範囲



新旧塗膜の塗り重ね部の処理 (旧塗膜がA塗装系の場合)

部分塗装に関する参考資料

国総研資料第684号 × 🔍 にて検索

- ・部分的に劣化の著しい狭隘部等の部分塗替えに特化した要領として策定
部分塗替え実施時の参考資料としてご活用ください。



国土交通省
 国土技術政策総合研究所
 National Institute for Land and Infrastructure Management

[文書サイズ変更](#) | [文書案内](#) | [サイトマップ](#) | [English](#)

ENHANCED BY Google

国総研について

研究・活動の紹介

研究成果・データ

報道・広報

イベント・講演会

採用情報

About NILIM

Research & Activity

Research results

Press & Information

Meetings & Events

Recruitment

附属資料) 鋼道路橋の部分塗替え塗装要領（案）

本研究の成果を踏まえて、鋼道路橋に対して部分塗替え塗装を行う場合の推奨される条件や仕様、計画・施工上の留意点について、要領（案）という形でとりまとめた。

ここでは、以下の点を示した。

- (1) 部分塗替えする部位の塗装仕様は、原則として耐久性に優れる重防食塗装への塗り替えとし、Rc-I 塗装系に準拠した仕様とした。
- (2) 新塗膜と旧塗膜との境界部には、重なる塗り重ね部を設けることとし、その仕様を示した。
- (3) 素地調整は、素地調整程度 1 種を原則とし、狭隘な作業条件における素地調整方法を示した。
- (4) 塗り替え塗装の範囲は、腐食の発生状況より橋座面上を最小範囲として腐食環境に配慮して設定する事を示した。
- (5) 素地調整及び塗装の施工において、狭隘な作業条件において良好な品質を確保するための品質管理方法を示した。

なお、プラストで残る部位の素地調整方法は、要領案では、機械工具による方法を示しているものの、機械工具により処理した部分は ISO St3 程度にとどまるため、小型プラストを使用すると、ISO Sa2 1/2 相当の処理が可能である。

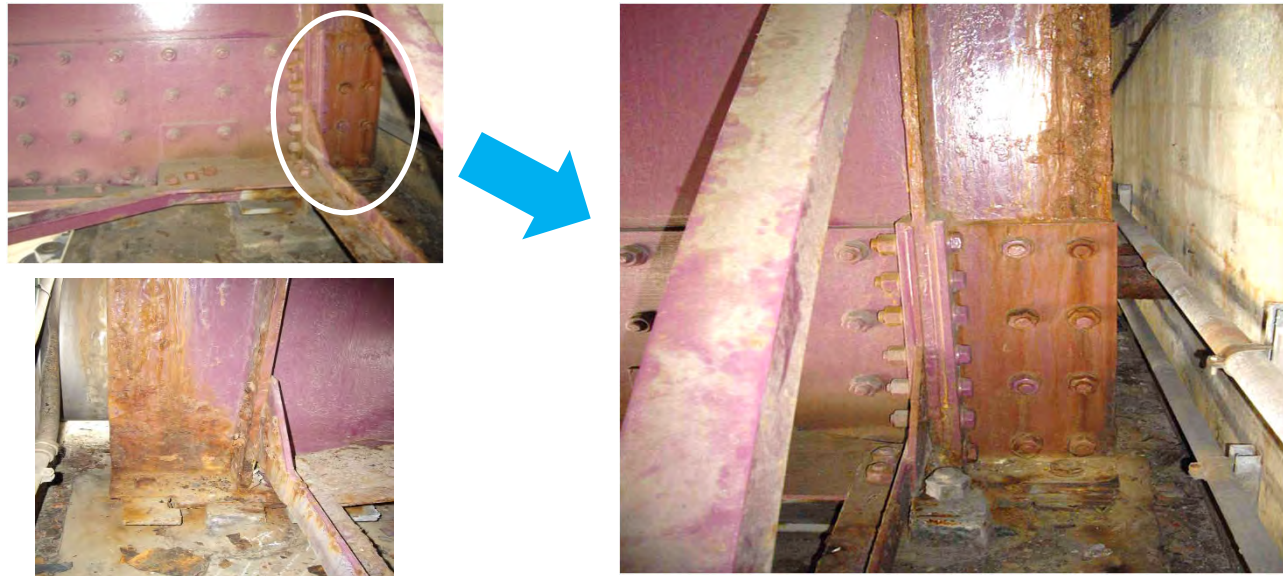
鋼道路橋の部分塗替え塗装要領（案）

目次

1.	総論	資-1
1.1	適用の範囲	資-1
1.2	目的	資-1
1.3	用語の定義	資-2
1.4	計画における留意点	資-3
2.	塗装仕様	資-5
2.1	塗替え塗装仕様	資-5
3.	施工	資-7
3.1	素地調整	資-7
3.1.1	素地調整の意義	資-7
3.1.2	素地調整の方法・程度	資-7
3.1.3	素地調整の留意事項	資-10
3.2	部材の角部の処理	資-10
3.3	塗替え塗装	資-10
3.3.1	塗替え塗装の方法	資-10
3.3.2	塗替え塗装の範囲	資-11
3.3.3	塗り重ね部の処理	資-12
3.4	足場工	資-13
4.	施工管理	資-14
4.1	素地調整の施工管理	資-14
4.2	塗替え塗装の施工管理	資-14
4.3	部分塗替え塗装の記録	資-14
4.4	塗装記録表	資-15

塗替え塗装計画時の留意点

- 塗膜劣化程度、腐食原因を的確に把握することが重要
- 塗替え塗装だけの対処療法では腐食の早期再発の可能性
原因を元から絶つ対策が重要（漏水対策＋塗替え塗装等）



- 旧塗膜への有害物質（鉛、六価クロム、PCB等）含有状況
の把握、含有状況を踏まえた計画の検討

塗装塗り替え後の再腐食事例



塗替え実施前状況



塗替え実施後状況



再劣化状況



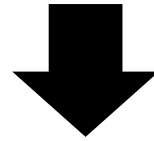
原因

- ・ 腐食要因である漏水対策が不十分（継続的な漏水により早期に再腐食）
 - ・ 素地調整不足（さびの除去が不十分）
- 腐食要因を絶たない限り早期に再劣化を生じる

□ 塗替え塗装の施工

- 施工時の留意事項
- 再劣化事例

- ・ 塗装の防食性能・外観・耐久性は、施工の良否の影響が大
⇒品質・施工状態の管理、工程・安全性等、十分な検討が必要

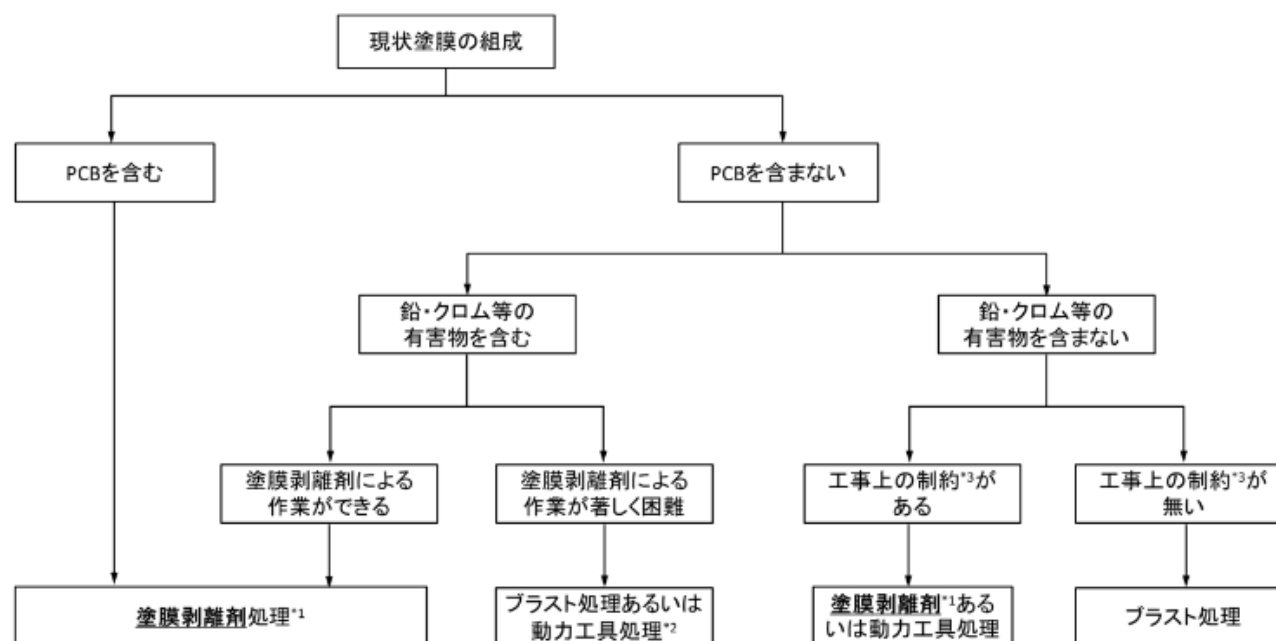


- ・ 施工に先立ち施工計画書を作成し作業内容を確認する
- ・ 施工計画書に記載する事項
工事概要， 工程表， 現場組織， 使用塗料， 使用機器，
安全管理， 交通管理， 環境対策， 仮設備計画， 施工方法，
施工管理， 管理用器具， 廃棄物処理， その他

塗膜剥離

塗膜剥離

- 旧塗膜中に、鉛、クロム、PCBなどの有害物質を含む場合、ブラストによる塗膜くずの飛散等による周辺環境や作業環境に考慮し、塗膜剥離剤を用いた塗膜除去工法を用いる。

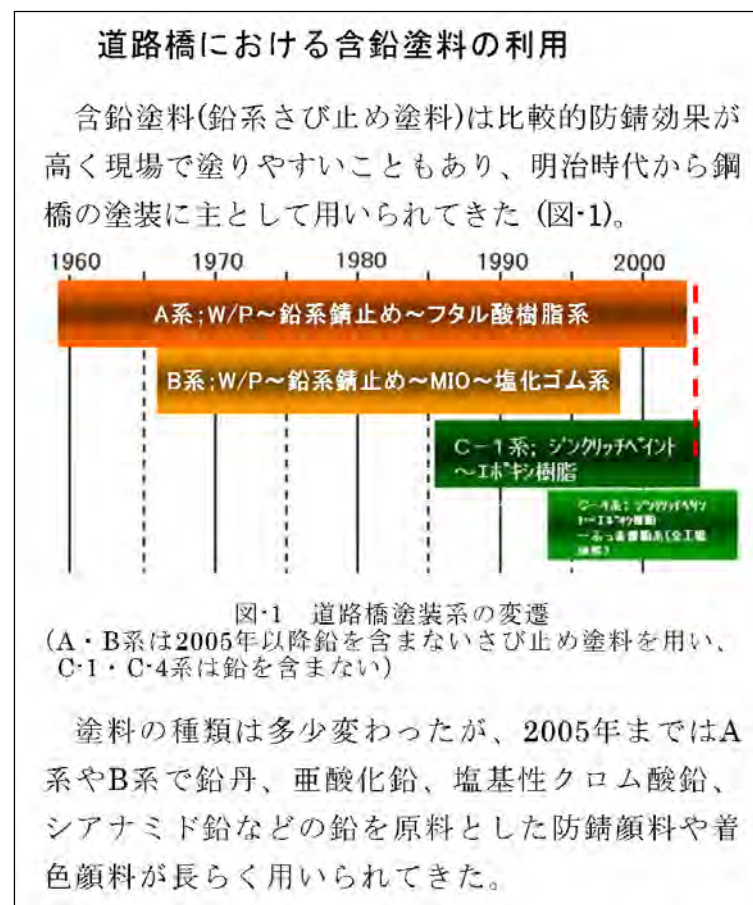


塗膜除去工法の選定の流れ

塗替えにあたっての注意事項

旧塗膜に有害物（鉛、クロム、PCB）が含有している懸念がある年代

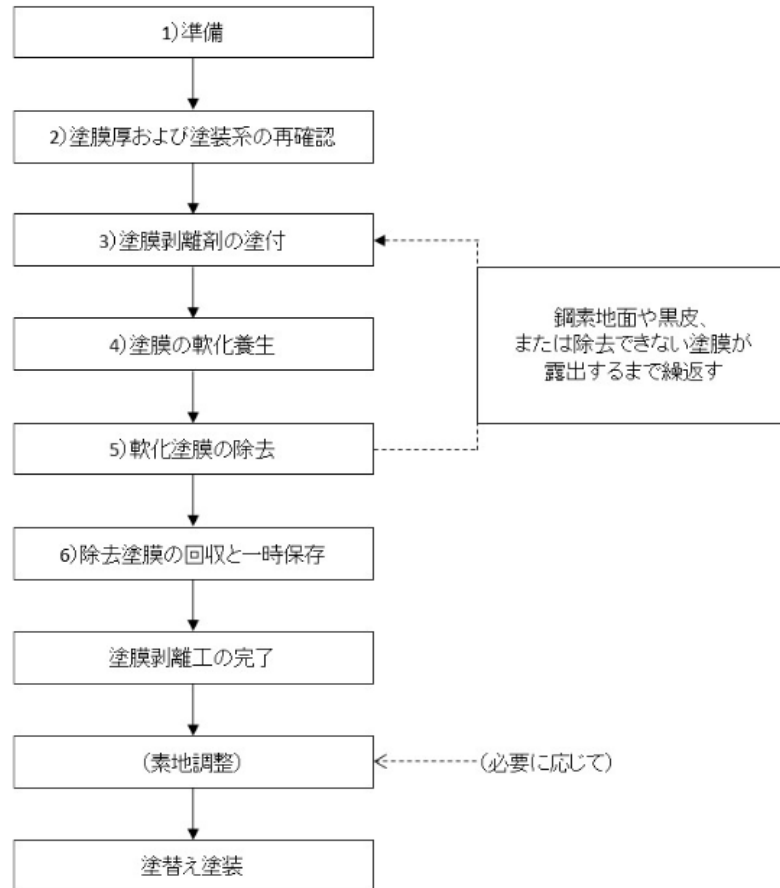
- 1) 2005年まではA塗装系、B塗装系で鉛を含む塗料が使用されていたと報告されている。
- 2) 平成26年5月30日厚生労働省通達により、鉛等有害物を含む鋼橋の旧塗膜除去には、剥離作業の湿潤化、周辺環境や第三者に配慮した防護対策、有害物質を含んだ粉塵による作業者の健康被害防止対策、あるいは発生した廃棄物の処理保管等の対策を講じる必要がある。



出典：鋼道路橋の塗替え時における含鉛塗料の除去について
土木技術資料55-2(2013)／土研センター」

塗膜剥離施工方法

塗膜剥離施工方法



塗膜剥離施工フロー

出典: 土木研究所資料
土木鋼構造物用塗膜剥離剤ガイドライン(案)改定第2版 H29.3



旧塗膜の軟化状況



塗膜除去状況

塗膜剥離後の状況事例



●留意点

- ・さびやプライマー等は剥離剤では除去できない
- ・別途素地調整が必要

→さび発生部分は鋼材面が露出するまで研掃するなど**確実な素地調整**が必要
素地調整不足による塗装は**早期に再劣化**の恐れ

塗膜剥離施工時の留意点

- 火災に対する十分な対策を検討

(ex. 有機溶剤濃度の把握、帯電防止作業着・靴の選定、使用器具類のアース等予防措置等)

- 塗膜剥離剤による作業者等の健康対策

作業者等の安全衛生のため、保護眼鏡、保護手袋、保護着、防毒マスク等の適切な安全対策が必要。

法令等で定められた化学物質が含まれない製品の使用が望ましい。

- 粉じん対策（ブラスト等の併用作業による）

(ex. 休憩設備設置、呼吸用保護具の使用、飛散防止ネットの設置、ブラスト法の選定等)

- 亀裂調査の実施

塗替え塗装時において、母材への亀裂が疑われる箇所については、詳細調査を実施。⇒ 同時実施により足場コスト等の縮減

素地調整

素地調整とは

- ・ 塗料を塗布する面を清浄にし適度に粗にすることにより、塗料の密着を良くし塗膜の防せい効果を高めるために行うもの。
- ⇒素地調整の品質が補修後の防食性能に大きく影響

（１）素地調整の重要性

- ・ 塗替え塗装時の素地調整として**ブラスト処理（素地調整程度1種）**を基本としている
- ・ 塗替え時の標準塗装仕様としているC塗装系では**素地調整の影響が特に大きい**
- ・ 鋼材表面の清浄度が十分でないまま塗装した場合、鋼材素地面への**付着性確保**、鋼材表面の**腐食電流の効果的な抑制が困難**。

素地調整程度と作業内容

表Ⅱ.7.12 素地調整程度と作業内容

素地調整程度	さび面積 *1	塗膜異常 面積*2	作業内容	作業方法
1種	—	—	さび、旧塗膜を全て除去し鋼材面を露出させる。	ブラスト法
2種	30%以上	—	旧塗膜、さびを除去し鋼材面を露出させる。ただし、さび面積30%以下で旧塗膜がB、b塗装系の場合はジンクプライマーやジンクリッチペイントを残し、他の旧塗膜を全面除去する。	ディスクサンダー、ワイヤホイルなどの電動工具と手工具との併用
3種A	15～30%	30%以上	活膜は残すが、それ以外の不良部(さび、割れ、膨れ)は除去する。	同上
3種B	5～15%	15～30%	同上	同上
3種C	5%以下	5～15%	同上	同上
4種	—	5%以下	粉化物、汚れなどを除去する。	同上

*1. さびが発生している場合

*2. さびがなく、割れ、はがれ、膨れ等の塗膜異常がある場合

素地調整状況

素地調整 1 種

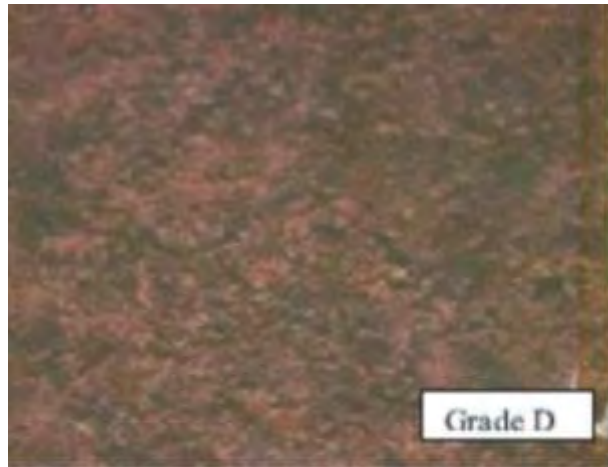
写真－Ⅱ.7.7 ブラスト作業状況



出典：鋼道路橋防食便覧 平成26年3月 （公社）日本道路協会

素地調整程度の例(その1)

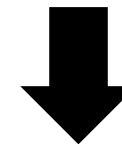
素地調整程度 1 種の例



Grade D : Steel surface on which the mill scale has rusted away and on which general pitting is visible under normal vision

(全面がさびに覆われるとともに、鋼材素地面にかなりの孔食が認められる)

素地調整前



写真－Ⅱ． 7. 8 素地調整程度1 種 (素地調整前 : Grade D)



Sa2.5 : Very thorough blast-cleaning (JIS Z 0313 : 1998「素地調整用ブラスト処理面の試験及び評価方法」では、除せいでとそれに対する鋼材表面の状態を次のように定義している。「Sa 2 1/2 : 拡大鏡なしで、表面には目に見えるミルスケール、さび、塗膜、異物、目に見える油、グリースおよび泥土がない。残存するすべての汚れは、その痕跡が斑点またはすじ状のわずかな染みだけとなって認められる程度である。」)

素地調整後

写真－Ⅱ． 7. 9 素地調整程度1 種 (素地調整 : Sa 2 1/2)

素地調整程度の例(その2)

素地調整程度 2 種の例

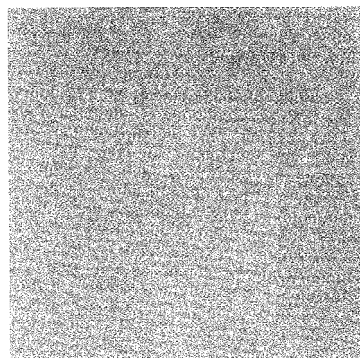


主として電力工具を用いて、さびや旧塗膜を除去した程度。
(白い部分は鉄の金属光沢、かつ白部分は素地鉄、赤色部分は塗膜の残さい)



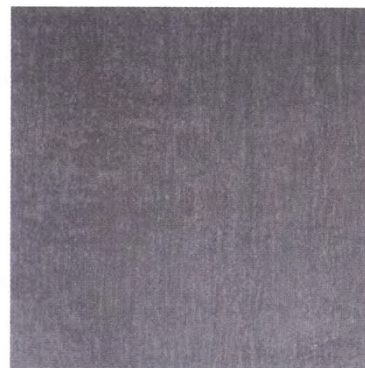
主として手工具を用いて、さびや旧塗膜を除去した程度。
(白い部分は金属光沢、青色部分は素地鉄、赤色部分は残存塗膜)

素地調整程度 4 種の例



全面にワイヤブラシがけを施して清掃した程度。
(赤色部分は下塗塗膜、青色部分は上塗り塗膜、暗青色部分は未処理上塗り塗膜)

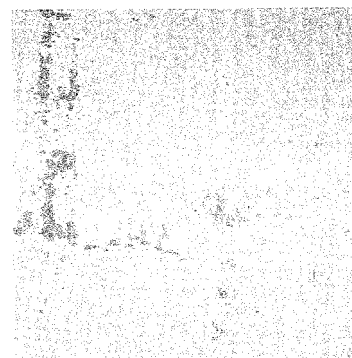
素地調整程度 3 種の例



手工具を主として劣化膜やさびを除去した程度。素地調整程度2種に近い状態。
(黒部分は素地鉄、赤色部分は下塗り残存塗膜、茶色部分は上塗り残存塗膜)



動力工具と手工具を併用して劣化塗膜やさびを除去した程度。素地調整程度2種に近い状態。
(白い部分は金属光沢。青黒い部分は素地鉄、赤かつ色部分は下塗塗膜、ねずみ色は上塗り残存塗膜)



塗膜は表層を清浄にし、劣化塗膜や点さびを除去した程度。素地調整程度4種に近い状態。
(黒部分は素地鉄、赤色部分は下塗塗膜、あずき色は上塗り残存塗膜)

素地調整不足により腐食進行した事例



塗膜のうきが見受けられ除去し、
腐食進行確認



原因

- ・補修塗装時の素地調整不足（さびの除去が十分でなかった）

→さび発生部分は鋼材面が露出するまで研掃するなど**確実な素地調整が重要**

水洗い・塩分測定

- ・塗膜層間の塩分付着により付着力が低下
⇒防食性能への影響が大きく期待する効果が得られない

（３）水洗い

旧塗膜上に $50\text{mg}/\text{m}^2$ 以上の塩分が付着していると塗装後早期に塗膜欠陥を生じやすい。

高圧水洗い等によって $50\text{mg}/\text{m}^2$ 以下にする。

（４）塩分測定

付着塩分量測定法には、ガーゼ拭き取り法、電導度法、ブレッセル法などがある。

付着塩分量測定方法(その1)

1. 電導度法 (SSM)

概要

構造物の表面に付着している塩分を7.5mlの脱イオン水に抽出。この塩分溶出液の電気伝導度を測定。塩分濃度に換算。

必要機器

- 1) 表面塩分計本体, 2) 検出部
- 3) 脱イオン水



付着塩分量測定方法(その2)

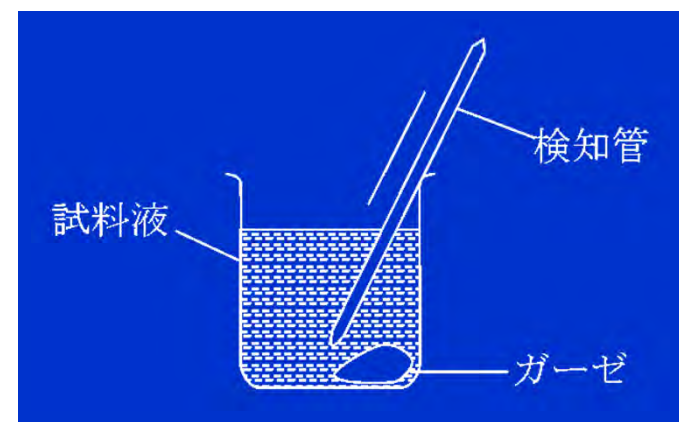
2. ガーゼ拭き取り法

概要

0.25m²の塗膜表面の塩分をガーゼでふき取り、150mlの脱イオン水に溶解。塩化物イオン検知管にて測定。

必要機器

- 1) 脱イオン水150ml
- 2) ガーゼ
- 3) 手袋 (ビニル又はポリエチレン)
- 4) マスキングテープまたはマグネットシート
- 5) メジャー
- 6) ポリビーカー
- 7) 塩化物イオン検知管



付図－Ⅱ． 1. 6 塩分の測定方法

付着塩分量測定方法(その3)

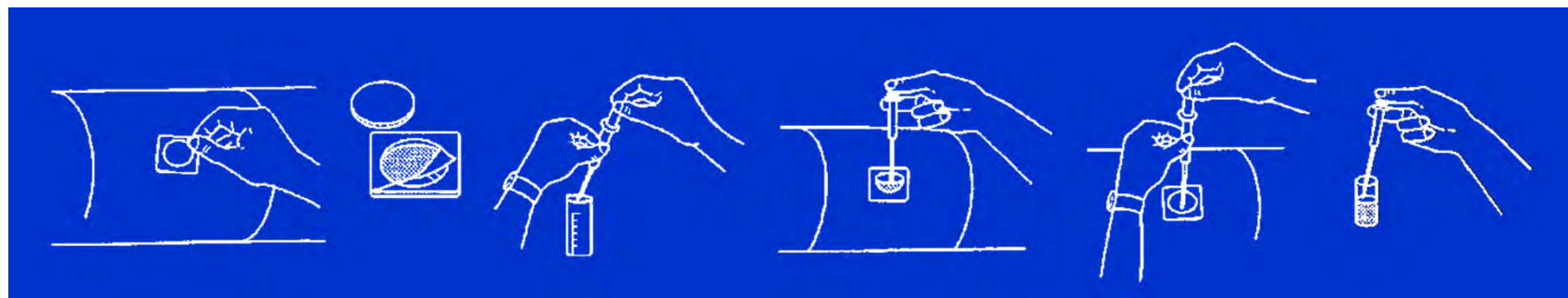
3. ブレッセル (BRESLE) 法

概要

測定部位に測定セルを貼り付け脱イオン水2mlを注射器で注入し塩分を溶出。注射器で抜き取った試料液を塩化物イオン検知管にて測定。

必要機器

- 1) 脱イオン水 2) メスシリンダー 3) ポリカップ×2個
- 4) 注射器 (2.5ml) 5) 注射針
- 6) 測定セル 7) 塩化物イオン検知管



付図－Ⅱ． 1. 7 試料採取要領

出典：道路橋に関する講習会
「鋼道路橋防食便覧」（公社）日本道路協会

（５）廃棄物処理

素地調整によって生じたダストには、**旧塗膜の有害物を含んでいることが多い**。周辺の土壌や河川を汚さないように十分留意するとともに、廃棄を適切に行う。特に**鉛、PCBの廃棄**にあたっては、**関係する法令や規則等に準じて関係者が適切な措置**を講じる。（特別管理産業廃棄物として処分）

（６）その他（部材角部の処理）

古い橋では、部材の角部に面取りや曲面仕上げが行われていないものがある。膜厚が確保されるよう角部の処置を行うのがよい。

PCB処分(その1)

- ・PCBは、保管・所有事業者にて**処分期間内の処理が義務づけ**(PCB特別措置法)
- ・**処分期間を超えると事実上、処分が不可**となる。
- ・塗膜に含有するPCBは**一般的に低濃度が多いが、高濃度も一部存在**。
- ・濃度区分(次頁参照)は**R元年12月に改定し、低濃度対象範囲が拡大**。
- ・高濃度PCBは「JESCO」全国5箇所のPCB処理事業所にて溶解処分
- ・低濃度PCBは、民間の無害化処理認定施設にて焼却処分

PCBの処理スケジュール

○高濃度PCB

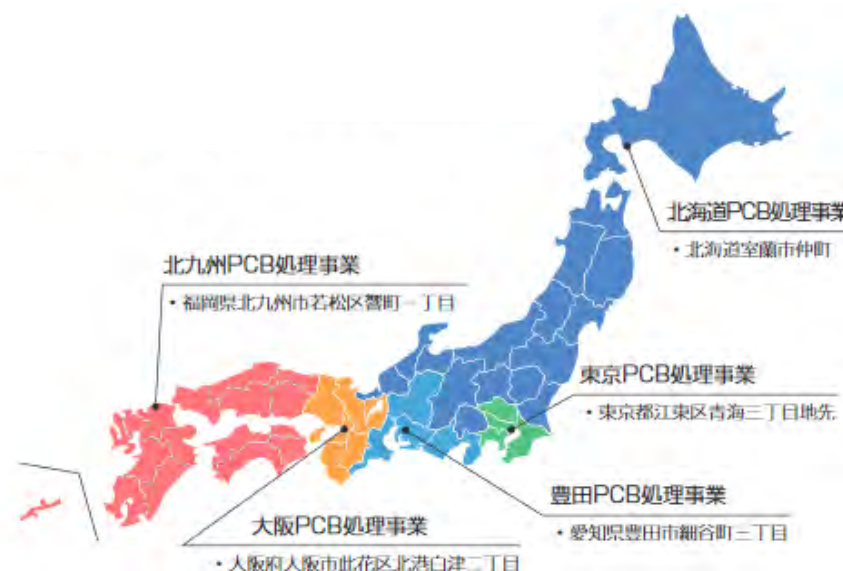
- ・北海道事業所(北海道、東京事業エリア)
処分期間：**令和5年3月31日まで**
- ・北九州事業所(北九州、大阪、豊田事業エリア)
処分期間：**令和3年3月31日まで**

※塗膜くず等のPCB汚染物は、北海道・北九州の2施設にて処分実施

○低濃度PCB

処分期間：**令和9年3月31日まで**

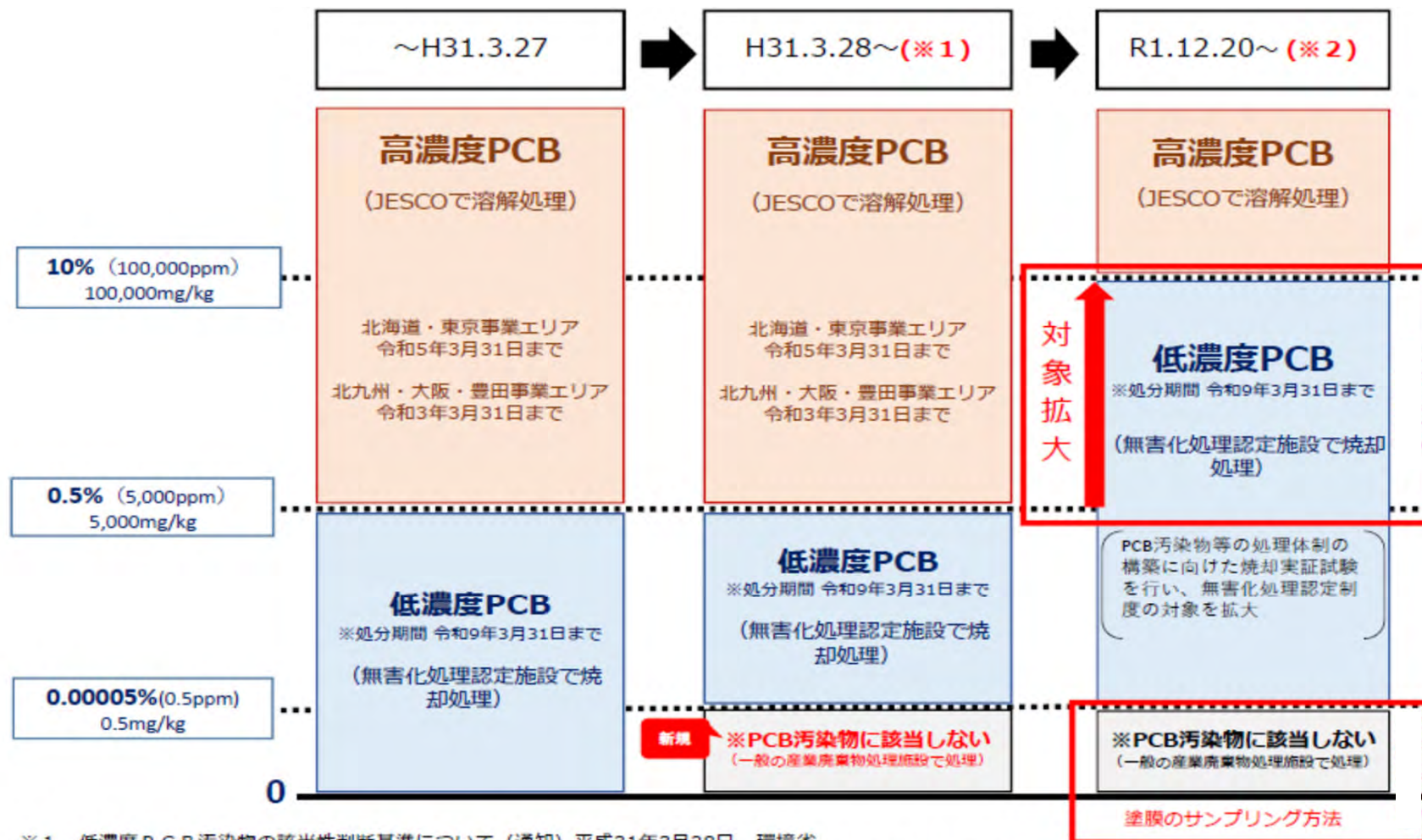
高濃度PCB処理事業所区分



出典：JESCOパンフレット

PCB処分(その2)

PCB廃棄物の濃度区分



※1 低濃度PCB汚染物の該当性判断基準について(通知)平成31年3月28日 環境省

※2 無害化処理認定施設等の処理対象となるポリ塩化ビフェニル廃棄物の拡大に係る関係法令等の改正について(通知)令和元年12月20日 環境省

塗替え塗装における事故事例(その1)

1. 火災事故概要 (首都高速3号渋谷線)

(1) 火災状況

発生日時: 平成26年3月20日(木) 14時13分

発生場所: 渋谷区南平台町(3号渋谷線渋谷入口付近)

人身被害: 作業員1名 右手指に火傷

作業状況: 塗替え塗装工事における塗装除去作業

出火原因: 照明器具にシンナーが付着したことにより出火

(2) 対応状況

3月20日(木) 火災発生(14時13分)

渋谷線上り(池尻出口～谷町JCT)通行止め
下り(谷町JCT～池尻入口)通行止め

3月21日(金) 上り線通行止め解除(24:00)

3月23日(日) 下り線通行止め解除(14:00)

渋谷-232～渋谷-236の構造概要
 しゅん功 : 昭和46年9月
 供用 : 昭和46年12月
 上部工 : 単純鋼床版箱桁 上下分離 2連
 下部工 : 鋼製橋脚
 設計基準 : 鋼道路橋設計示方書 昭和39年6月
 橋長 : 約66.3m
 全幅員 : 約10m
 桁幅 : 約2.0m
 桁高 : 約2.2～2.8m
 板厚 : G2桁被災箇所付近
 デッキPL12mm、Web10mm、下FL10mm
 付属物 : 排水管、ケーブルラック等



図-1 位置図

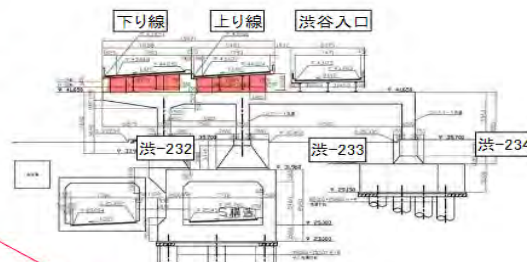


図-2 断面図



図-3 平面図

損傷状況

上り線(渋谷-232～236桁間 約40m)

- ・G2桁Webの一部変形及び塗膜の焼損
- ・鋼床版の一部変形及び塗膜の焼損
- ・橋脚及び高速上(舗装、伸縮装置)は損傷なし
- ・付属物(排水管、ケーブルラック等)の一部が焼損
- ・仮設足場の一部焼損(下り線境界部)

下り線

- ・消防の実査(21日朝)後、現地調査を実施予定
- ・仮設足場が焼損
- ・高速上のアスファルト舗装、伸縮装置は損傷なし



写真-1 G2桁Web被災状況(変形)



写真-2 G2桁被災状況(塗膜)



写真-3 鋼床版被災状況(塗膜)



写真-4 仮設足場被災状況(下り線)



写真-5 高速上(下り) 損傷なし

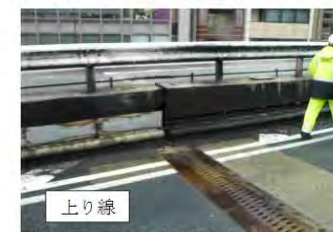


写真-6 高速上(上り) 損傷なし

首都高速道路(株) 記者発表資料より引用

首都高速道路(3号渋谷線) 調査結果及び対策概要

□ 出火原因

- ・塗装除去作業中に、**照明器具の電球部分にシンナーが付着**したことにより**出火**し、足場シートに着火して延焼

□ 施工上の問題点

①施工計画書に基づく作業手順

- ・**施工計画書**に作業手順の詳細な**記述をせず**作業実施
- ・ウェス拭きによる塗装除去作業について、施工計画書にシンナー拭きの記載はなく現場は使用

②安全管理措置

- ・引火性の高いシンナーを使用する直下にて、**防爆性能を有さず**、かつ表面が**高温となる仮設照明**(200W白熱球)を使用
- ・引火性の高いシンナーを使用する直下にて、**防災又は難燃性を有していないシート**の使用

□ 再発防止対策

①作業手順の遵守

- ・消防法における危険物及び指定可燃物使用時は、**作業手順を詳細に記述した施工計画の提出、遵守**を徹底
- ・施工計画書記載の作業以外の作業時には、施工計画書の変更を再徹底

②危険物等の取り扱い及び貯蔵

- ・**防爆性能を有さない**白熱球等、発火原因の恐れがある**物品の使用回避**
- ・危険物の数量及び保管方法について関係法令を遵守
チェックシートによる保管状況の把握
- ・危険物等の保管方法及び取り扱いに関する疑義は、事前に消防署への確認を実施

③火災予防対策

- ・火災予防における知識及び技術を有する者による安全パトロールの実施
- ・火災予防に関する安全管理の徹底
- ・**防災又は難燃性能を有する足場シート**の使用を規定

首都高速道路(7号小松川線) 調査結果及び対策概要

□ 3号渋谷線再発防止対策の対応状況

- ・既存の再発防止対策は対応済み

□ 施工上の問題点を踏まえた対策方針

- ・想定外事象時においても最悪事態の回避対策検討
- ・狭隘な密閉空間における作業特有のリスク検討
- ・作業に不慣れな人を想定した安全対策の検討
- ・人的対応だけでなく、物的な安全措置の組み合わせ
- ・人身被害の最小化を目的に延焼拡大、脱出、避難に対する対策の実施
- ・安全意識徹底、共有が図られる仕組みツール構築
- ・火災防止に対する教育実施、関連資格の取得推進

□ 再発防止対策

①火災事故の防止

＜施工計画の遵守＞

- ・危険物及び指定可燃物使用時は、**作業手順を詳細に記述した施工計画の提出、遵守**を徹底
- ・施工計画書記載の作業以外の作業時には、施工計画書の変更を再徹底

＜安全設備・装備の使用＞

- ・危険物取り扱い時は**常時換気、可燃性ガス検知警報機器の常時配備**
- ・**防爆性能**を有する照明、電気プラグ等、**帯電防止性能**を有する防護服、シューズカバー等の使用を義務づけ、機器の点検、整備を徹底

＜危険物等の管理＞

- ・危険物の使用削減が可能な材料、工法及び資機材の積極的な採用、非危険物材料への移行を検討
- ・危険物数量及び保管方法について関係法令を遵守
チェックシートによる保管状況の把握
- ・**難燃又は防火性能を有していないシートの使用禁止**
可燃物保管は、小分けにし難燃シートにより養生

＜安全管理体制の強化＞

- ・火災予防における知識及び技術を有する者による安全パトロール、防火訓練の実施等、安全管理を徹底

＜適切な工程の設定＞

- ・安全面に配慮した適切な作業工程の確保

＜安全教育の充実＞

- ・監督職員の火災予防及び危険物に対する知識、技術の習得、資格取得
- ・現場作業員向け「火災事故再発防止教育講習会」の実施

②最悪事態の回避

- ・リスクアセスメント実施、ハード対応の実施
- ・**避難計画、警報機器配備、誘導灯**の避難路への設置

③より確実で実効性の高い再発防止策の検討

- ・ヒューマンファクターによる不確実性の排除
ICT技術等の導入を視野に検討

塗替え塗装における事故事例(その3)

東名高速道路 中吉田高架橋 火災事故の概要

(1) 火災状況

発生日時: 2019年11月21日(木)11:00頃

発生場所: 東名高速道路
中吉田高架橋(静岡市駿河区)

人身被害: 作業員 1名死亡、10名負傷
[うち入院4名、12月8日までに全員退院]

作業状況: 橋梁桁下での塗装塗替え工事において、
剥離剤による既設塗膜の除去作業を実施



図1 位置図



写真1 火災状況
[本線上]



写真2 火災状況
[本線から]



写真3 火災状況
[本線外から]

(2) 対応状況

11月21日(木) 火災発生(11:00頃)

本線通行止め(11:15)

[区間 上り線 静岡IC～清水IC、下り線 清水IC～日本平久能山スマートIC]

鎮火(12:45頃)

現場検証開始、構造物の安全性確認開始

11月22日(金) 本線通行止め解除、追越車線規制(6:00)[通行止め時間のべ18時間]

11月24日(日) 追越車線側の構造物の安全性確認

11月25日(月) 追越車線規制解除(2:23)[規制時間のべ68時間23分]

11月27日(水) 足場撤去開始

12月12日(木) 足場撤去完了



写真4 足場の損傷状況[下面から]



写真5 足場の損傷状況[側面から]



図2 平面図

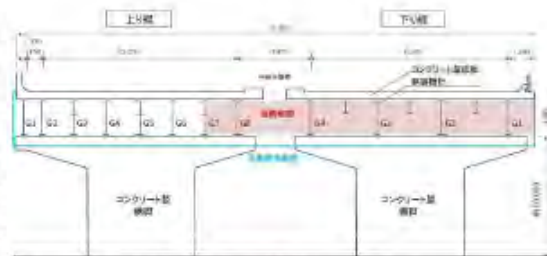


図3 断面図(P53-P54間)



写真6 足場の撤去状況



写真7 足場の撤去完了状況



東名高速道路中吉田高架橋 調査結果及び対策概要

□ 火災要因となる点火源・可燃物等

①点火源 : 電気配線・設備の切断・短絡
電動工具からの火花 等

②可燃物 : 養生シート、塗膜くず 等

□ 想定される延焼メカニズム

- ・塗膜くずからアルコール(剥離材の成分)等が発生
- ・有害物質飛散を防ぐため設置した養生シート敷設により足場内の密閉性が高
- ・換気設備の未使用



アルコール等が可燃性ガスとなり足場内底部に滞留
何らかの要因により引火した可能性

養生シート、塗膜くずにも引火し延焼した可能性

- ・火災発生後、消火器による消火活動の実施
- ・大声での火災発生周知
- ・火のまわりが早く、消火困難な状況となった可能性
- ・大量の煙が発生し、発生箇所から離れた場所でも風下の作業場所において避難の遅れが発生

□ 暫定的な再発防止対策

①点火源に関すること

- ・火花が出る工具の足場内への持ち込み禁止
- ・電気機器は防爆性能を有するものを使用

②可燃物に関すること

＜養生シート＞

- ・難燃性能又は防炎性能を有するものを使用

＜塗膜くず＞

- ・塗膜くずは、速やかに集積
- 足場内保管する場合、小分けにし難燃シート等により養生
- 足場外には、少なくとも1日1回以上の頻度で搬出

＜可燃性ガス＞

- ・換気設備は、低位置に配置し常時使用
- ・ガス検知器を配置、可燃性ガスが滞留しやすい低い位置で測定
- 基準値超過時は直ちに作業中止、作業員待避、換気等の措置

③最悪事態の回避

- ・全ての作業箇所と同報できる警報機器の配置
- ・二方向への避難路を確保
- 煙充滿時に避難誘導できる誘導灯の設置

④着実な対策実施

- ・施工計画書の遵守、現地条件変更時における施工計画の変更
- ・施工計画段階、工事実施段階での対策実施状況の確認

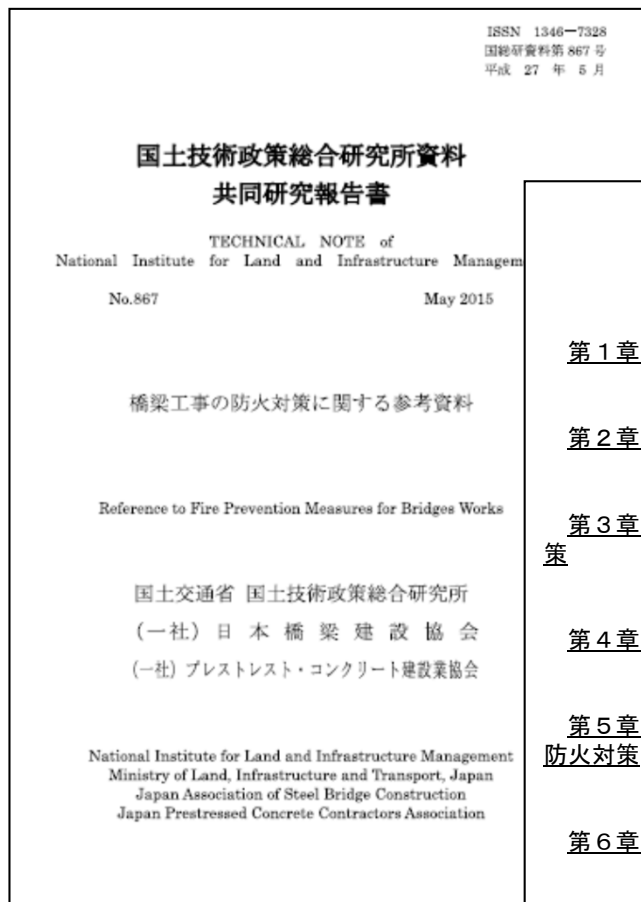
事故事例を踏まえた留意点

- ・ 塗替え塗装時は足場で囲まれた閉鎖空間となりやすい作業環境のため、**換気設備及び対策について十分検討**する。（ex. 換気設備の設置・使用方法、ガス検知機設置等）
- ・ 火災原因となりうる**工具、電気機器の選定、使用方法について十分検討**する。（ex. 防爆性能を有するものの使用、必要作業時以外の足場内持ち込み禁止等）
- ・ 足場内で使用する**養生シート等**は難燃性又は防炎性能を有するものが好ましい。
- ・ 素地調整後の**塗膜くず等、可燃性のもの**は極力足場内へ残さず**搬出**する。
- ・ **火災時を想定した、作業員への周知方法、避難計画等**の策定。（ex. 警報機器の設置、避難誘導灯の設置等）

防火対策に関する参考資料

国総研資料第867号 × 🔍 にて検索

- ・ 一般的な橋梁工事における防火対策の参考資料
- ・ 関連法令、各種留意事項、作業チェックシート（例）等が記載
関連工事実施時の参考資料としてご活用ください。



目次

第1章 総説

第2章 橋梁工事における火災に関連する法令

第3章 橋梁工事一般における火災リスクと防火対策

第4章 鋼橋工事における火災リスクと防火対策

第5章 コンクリート橋工事における火災リスクと防火対策

第6章 過去の火災事例と分析

第7章 チェックシート

表-7.1.1 現場溶接作業チェックシート（鋼橋・波型鋼板ウェブ橋）

社名 _____

点検日 平成 _____ 年 _____ 月 _____ 日

点検者 _____

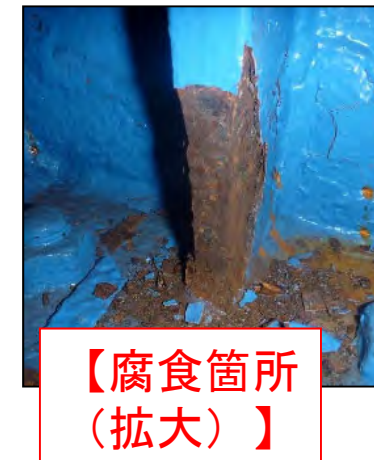
点検項目		確認
火気・引火物を除去しているか。	火花の飛散養生を実施しているか。	
	消火器を配備しているか。	
	高所での作業の場合、作業場所の下方に見張り員を配置するなどの対策をしているか。	
	当該作業を関係者に周知しているか。	
換気は十分か。	材料を小分けにし、必要最小限を持ち込んでいるか。	
	容器はその都度密閉しているか。	
	周辺で火気、スパーク、高温物を伴う作業はないか。	
	静電気対策として、装置等はアース等を取り、電気機器類は防爆型（安全増型）を使用しているか。	
工具は火花防止型を使用しているか。	帯電防止型の作業服、靴を使用しているか。	
	喫煙場所を決め、限定しているか。	
	喫煙場所の周囲に可燃物や危険物がいないか。	
	指定喫煙場所に、消火器を設置しているか。	
吸い殻を水で消火後に灰皿に捨てられているか。あるいは灰皿に水を張っているか。	吸い殻はこまめに収集されているか。	
	最終退出時・退場時に消火を確認したか。	
	上記を周知・徹底しているか。	

再劣化事例(その1)

■補修塗装の剥離

□発生状況および原因

- ・ 伸縮装置部からの漏水により、桁端部材が腐食したため、桁端部に部分塗装が実施したが、3年後の点検で複数の部位に塗膜剥離、断面減少を伴う腐食が発生
- ・ 補修塗装仕様がRa-Ⅲであり（塗装仕様は素地調整が3種）多湿な環境では耐久性が低いため、早期に劣化



□防止のために考えるべき事項

- ・ 桁端部等の湿度が高く風通しの悪い部位では、**耐久性の高い塗装（Rc-I 素地調整1種）**が必要

再劣化事例(その2)

■塩害地域における補強鋼板劣化

□発生状況および原因

- ・ 沿岸地域のP CプレテンT桁橋にて、海側の主桁2本に鋼板で全面巻立て補強及び塗装（塗装仕様は、従来標準仕様であるフタル酸樹脂系（A系塗装））を実施したが、海側桁の補強鋼板に下塗り露出が発生
- ・ 飛来塩分による塗装の劣化と推定される



□防止のために考慮すべき事項

- ・ 沿岸地域では、鋼材の塗装は重防食仕様（C系塗装）とすることが望ましい
- ・ 現在では、標準的な塗装仕様が重防食系のRc-Iとなっている。海側の部材では、塗膜の増塗り等、部分的な更なる防食機能向上対策も考えられる。
- ・ 塗り替え時には、水洗いなどによる確実な塩分除去が重要。

□ まとめ

- ・ 塗装は、日射・降雨及び腐食因子等の繰り返し作用により徐々に劣化するものであり、定期的に塗替えを行う必要がある。
- ・ 塗装塗替え計画時は、腐食箇所のみでの対策でなく、腐食要因（水の浸入、塩分供給等）を適切に把握・除去することが重要。
- ・ 塗替え施工では、旧塗膜と新塗膜の付着が重要。付着力を確保するには、塗替え前の素地調整程度（さびや死膜の適切な除去）、付着塩分の除去が最も重要であり、補修後の防食性能に大きく影響を及ぼす。
- ・ 塗装による防食性能、耐久性は施工影響が大きく、適切な施工、腐食要因の除去により長期耐久性の実現が可能。